

Association de défense
contre les émanations nocives
des usines

Case postale 350
1920 MARTIGNY

DÉCEMBRE 1976

DOSSIER FLUOR

*Propositions pour améliorer l'épuration du fluor
aux usines de Martigny, Chippis et Steg*

PB

4039

A B R E V I A T I O N S

CNA	Caisse Nationale d'Assurance
DJA	Dose Journalière Admissible
IFRF	Institut Fédéral de Recherches Forestières
IIAP	Institut International de l'Aluminium Primaire
LFEM	Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux
OCDE	Organisation de Coopération et Développement Economique
OFIAMT	Office Fédéral Industrie Arts et Métiers
OFPE	Office Fédéral de Protection de l'Environnement
OFV	Office Fédéral Vétérinaire
OPE des E-U	Office de Protection de l'Environnement des Etats-Unis
PPC	Cuve Précuite à Piquage Central
PPL	Cuve précuite à Piquage Latéral
S et B	Singmaster et Breyer
SH	Cuve Soederberg Horizontale
SV	Cuve Soederberg Verticale
Valeurs MAC	Valeurs de Concentrations Maximum Autorisées

E 21906460
0152-02660

Bibl. cant. VS Kantonsbibl.



1010204552



77/357

T A B L E D E S M A T I E R E S

Page..

I. <u>INTRODUCTION</u>	1
II. <u>CLARIFICATIONS</u>	2
1.Toxicité du fluor.....	2
2.Rapport du LFEM.....	3
3.Structure de l'industrie.....	4
III. <u>SOURCES ET QUANTITES D'EMANATIONS POLLUANTES</u>	5
1.Consommation de fluor	5
2.Emanations de cuves- Fluor.....	7
3.Fixation de fluor dans les cuves.....	7
4.Autres émanations de cuves.....	8
IV. <u>DISPOSITIFS D'EPURATION EN SERVICE AU VALAIS</u>	11
1.Description.....	11
2.Conception	11
3.Fonctionnement.....	12
4.Rendement théorique.....	14
5.Rendement effectif.....	16
6.Bilan des émissions fluorées.....	17
7.Autres émissions polluantes.....	17
V. <u>ETAT DE LA TECHNIQUE DANS L'INDUSTRIE</u>	18
1. Evaluation du procédé d'épuration utilisé au Valais	18
2.Normes d'émission fluor.....	19
3.Captage primaire des émanations.....	20
4.Epuration primaire.....	24
5.Epuration secondaire.....	28
6.Epuration combinée primaire et secondaire	28
7.Epuration des eaux usées.....	29
VI. <u>ASPECT ECONOMIQUE</u>	31
1.Coût des installations.....	31
2.Capacités de financement des entreprises.....	35
VII. <u>CONCLUSIONS ET MESURES A PRENDRE</u>	37

I. INTRODUCTION

Au-delà des procès, litiges, indemnisations à bien plaider et autres remous qui ont entouré le fluor depuis des dizaines d'années, une chose est certaine: la réduction, voire l'élimination des émissions fluorées des usines de Martigny, Chippis et Steg peut seule apporter une solution à l'ensemble du problème.

Dans ce dossier, un examen critique des dispositifs d'épuration des 3 usines a été effectué. Leurs performances ont ensuite été comparées à celles des meilleurs procédés employés dans l'industrie de l'aluminium, et des conclusions sans équivoques ont pu être tirées. Les possibilités d'améliorations de l'épuration fluor sont considérables, et des propositions à cet effet sont présentées.

II. CLARIFICATIONS

- Toxicité du fluor
- Rapport du LFEM
- Structure de l'Industrie

TOXICITE DU FLUOR

Une mise au point sur la toxicité des divers composés fluorés est nécessaire--l'Industrie a en effet pris l'habitude de les diviser en plusieurs catégories de toxicité très variables, et de ne considérer comme dangereuse que la fraction gazeuse du fluor total. Cette position ne résiste pas à un examen sérieux de la toxicité du fluor analysée globalement par rapport à l'environnement et la santé humaine.

Pour les êtres humains, le fluor est extrêmement toxique sous toutes ses formes d'apports. Il peut pénétrer dans l'organisme par voie respiratoire ou digestive. Sa toxicité est proportionnelle à la quantité absorbée par l'organisme.

"L'absorption par voie respiratoire est totale et rapide, quelle que soit la forme de fluor (gaz ou poussière), et sa solubilité, aussi bien chez des gens chroniquement exposés au fluor que chez les gens non exposés préalablement. L'absorption digestive est rapide et presque complète (au moins 90 % de la dose ingérée) pour les composées très hydrosolubles (fluorure de sodium, fluorure d'aluminium). Elle est un peu inférieure et variable pour les composés moins hydrosolubles tels que la cryolithe. Cela dépend de leur solubilité, de la taille des particules, et des propriétés de leurs cristaux." (40)

Qu'il se trouve dans l'air, l'eau ou l'alimentation, le fluor agit de manière identique sur l'organisme humain; la forme d'apport importe peu, seule la dose ingérée est déterminante. Le pouvoir cumulatif du fluor dans les tissus (os, dents, ongles, cheveux, aorte, etc.) rend les doses journalières admissibles (DJA) très faibles à long terme. La DJA fluor est de 2 mg. (42).

Pour les herbivores (bétail, gibier, insectes phytophages), toute forme de fluor est extrêmement toxique, pour les raisons citées précédemment pour les êtres humains. Ces animaux absorbent non seulement le fluor ayant pénétré dans les végétaux, mais en plus celui déposé à leur surface. Les insectes phytophages sont au point de départ de chaînes alimentaires importantes (insectes, bactériens, oiseaux, etc.)

Remarque : Les experts d'Alusuisse préconisent le lavage de tous les végétaux, y compris les fourrages, avant d'en effectuer le dosage du fluor. (11, 1974). Cette méthode est erronée, et ne tient pas compte du fait que le bétail (idem pour le gibier et les insectes) ne peut pas laver les herbages avant de les ingérer.

Pour les végétaux, la toxicité immédiate des composés fluorés gazeux et solubles est sans aucun doute plus forte que celle

des poussières fluorées peu solubles. Mais ces dernières disposent d'une toxicité à retardement. L'humidité solubilise et libère progressivement le fluor des poussières déposées à la surface des végétaux. L'apparition de brûlures sur feuillages après de légères pluies est bien connue. Les poussières de fluor sont microscopiques. Plus de 70 % sont inférieures à 5 microns et un tiers environ inférieures à 1 micron. Ces particules se comportent en fait comme des gaz, et peuvent pénétrer par les stomates dans les plantes (1; 47, vol III). La solubilisation progressive du fluor peut être ainsi totale. Les travaux de la Station Fédérale de Recherches Forestières à Birmensdorf ont montré que des baisses importantes d'assimilation peuvent être provoquées par les poussières fluorées sur certains végétaux, sans apparition de symptômes visibles. Les dégâts dits "invisibles" ont été à maintes fois soulignés des années 1970 à aujourd'hui (20,26,27). Ils peuvent entraver la vie de certains végétaux jusqu'à leur dépérissement total à long terme, sans symptômes visibles notables. Enfin, il semble que la présence de poussières fluorées et d'autres polluants puisse favoriser la pénétration du fluor gazeux dans les végétaux (33).

En résumé, toutes les formes de fluor doivent être considérées de toxicité voisines, lorsqu'on veut aborder globalement leur impact néfaste sur l'environnement et la santé humaine. Pour les usines d'aluminium, le critère essentiel est donc l'émission totale de fluor, exprimée en fluor élémentaire. C'est d'ailleurs l'approche adoptée par plusieurs pays dans la détermination de normes d'émission de fluor et de normes de qualité de l'air (Etats-Unis, Canada, Norvège, etc.)

RAPPORT DU LABORATOIRE FEDERAL D'ESSAI DES MATERIAUX 1975 (LFEM)

Tout au long de ce dossier, il sera fait état du rapport de cet organisme fédéral chargé en 1971 par le Département de Justice et Police Cantonal d'effectuer une étude sur les émissions fluorées au Valais. Le mandat du LFEM, selon Mr Arthur Bender, Chef du département mandant, était "d'établir contre payement un rapport sur les mesures prises dans les usines et les moyens d'améliorer la captation de gaz fluorés". Selon Mr. Jean Julien, du Service de Protection de l'Environnement, le rapport devait "fournir les éléments indispensables à la discussion avec les industries sur les procédés de fabrication et de rétention des gaz fluorés" (18).

Le rapport est déposé au bout de quatre ans, fin août 1975, sans apporter aux autorités les informations requises. Il se réduit à un résumé des thèses d'Alusuisse : les seuls éléments chiffrés sont théoriques et ont été envoyés au LFEM au printemps 1975. En quatre ans, le Laboratoire Fédéral n'a réalisé aucune mesure des émissions fluorées au Valais et aucun contrôle de l'efficacité réelle des dispositifs d'épuration en service aux trois usines

d'aluminium. Malgré l'existence de nombreux travaux gouvernementaux et privés traitant de la question, le rendement d'épuration du "système Alusuisse" n'est pas comparé à ceux des autres dispositifs d'épuration utilisés dans l'Industrie (24, 45, 35, 43, 46, 47). Les meilleures techniques d'épuration utilisables ne sont pas définies, et aucune recommandation n'est présentée pour améliorer les installations existantes.

STRUCTURE DE L'INDUSTRIE

Six entreprises contrôlent directement ou par l'intermédiaire de filiales et sociétés associées environ 80 % de la capacité mondiale de production de bauxite, d'alumine et d'aluminium brut.* Les 6 sociétés sont totalement intégrées, de l'extraction de la bauxite aux produits finis. Elles initient et contrôlent seules ou en association virtuellement tout nouveau projet d'importance dans l'Industrie (tableau no. 1). Le reste de la production mondiale est contrôlé à parts égales par des sociétés d'état et des sociétés indépendantes.

Entreprises	Pays d'origine	% contrôle direct Prod. mondiale
Aluminum Company of America (Alcoa)	E-U	13,3
Alcan Aluminium Ltd (Alcan)	Canada	12,9
Reynolds Metal Co. (Reynolds)	E-U	9,5
Péchiney-Ugine-Kuhlmann (Péchiney)	France	8,0
Kaiser Aluminum & Chemical Corp. (Kaiser)	E-U	7,8
Alusuisse SA (Alusuisse)	Suisse	6,2

Tableau : "Le Club" des 6 entreprises majeures de l'industrie
no. 1 de l'aluminium

Sources : (33), rapports annuels des 6 entreprises

Cinq pays produisent 69 % de l'aluminium brut mondial, à savoir les Etats-Unis (36,5 %), le Japon (11,8 %), le Canada (8,5 %), l'Allemagne (6,1 %), et la Norvège (5,8 %). 25 pays se partagent les 31 % restants. La part suisse est inférieure à 1 % du total (87 000 T/an).

* pays communistes non-inclus

III. SOURCES ET QUANTITES D'EMANATIONS POLLUANTES

- Consommation de fluor
- Emanations de cuves - Fluor
- Fixation de fluor dans les cuves
- Autres émanations de cuves
 1. Poussières
 2. Monoxyde de carbone
 3. Anhydride sulfureux
 4. Vapeurs de goudrons

CONSOMMATION DE FLUOR

Toutes les usines d'aluminium brut emploient depuis plusieurs dizaines d'années un seul et même procédé de fabrication (procédé Hall-Heroult), à savoir l'électrolyse d'alumine en présence de solvants fluorés (cryolithe, fluorure d'aluminium).

Le fluor a pour fonction d'abaisser le point de fusion de l'alumine. Les pertes de fluor qui surviennent en cours d'électrolyse doivent être compensées au fur et à mesure pour maintenir une composition adéquate du bain de cuve (voir description 33,34,35, 43,45,46,47).

La quantité de fluor nécessaire à la production d'une tonne d'aluminium reste sensiblement identique pour tous les types de cuves utilisées (29,43). Nous prendrons comme référence au Valais l'usine de Steg en supposant que les cuves de Chippis (plus anciennes) et de Martigny ont une consommation semblable de fluor par tonne d'aluminium produite.

A Steg, la consommation moyenne de fluor des 12 années d'exploitation de l'usine a été de 40 kilos F/tonne d'aluminium (tableau no. 2). Des quantités exceptionnelles de fluor ont été employées en 1963 (58,1 kg F/T Al) et 1970 (50,6 kg F/T Al), années de mise en service des Halles I et II, respectivement, de l'usine.

Si l'on se base sur la consommation moyenne annuelle des années 1971 - 74 (36,4 kg F/T Al), les trois usines emploient actuellement 3200 tonnes de fluor par an. Ces quantités ont l'avantage d'inclure toutes les opérations de l'électrolyse, en particulier celles qui dégagent de grandes quantités de fluor, par exemple, effets d'anode, cassages de croûtes, mises en service et démolition de cuves, etc. L'importance de la mise en service d'une cuve est soulignée par la consommation de fluor qu'elle entraîne-- environ 7 tonnes de cryolithe à Steg (3,8 tonnes F) et 5,5 - 6 tonnes à Martigny (3 - 3,2 tonnes F). L'arrêt de la cuve s'accompagne également de fortes émissions de fluor et autres polluants. Les 50 à 80 tonnes de cathode et de revêtement réfractaire à 900 - 1000 degrés sont abondamment arrosés d'eau pour en faciliter le cassage et le remplacement (débrasquage). La double opération d'arrêt et de remise en service a lieu en moyenne une fois tous les trois ans pour chaque cuve.

Cette consommation correspond à celle de l'Industrie en général. L'OCDE avance un chiffre indicatif de 35 kg en 1973, Singmaster et Breyer annoncent 33 kg pour l'ensemble des producteurs des Etats-Unis (1973), Alcoa communique une consommation de 35,9 kg (4) et le Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux indique une

Année	Fluor (T)	Production T Al	Kg F / T Al
1963	1250	21 500	58,1
1964	1100	24 500	44,9
1965	1100	25 000	44,0
1966	1000	25 000	40,0
1967	1000	28 500	35,0
1968	1000	31 000	35,2
1969	1200	31 000	38,7
1970	2250	44 500	50,6
1971	1600	48 500	33,0
1972	1800	45 500	39,6
1973	1900	46 000	41,3
1974	1500	47 000	31,9
TOTAUX	16 700	418 000	40

36,4

Tableau : Utilisation de fluor - Usine de Steg
no. 2

Source : Alusuisse (11)

moyenne de 31,1 kg à Rheinfelden en 1968 (29, données fournies par Alusuisse). La consommation de fluor est aussi parfois exprimée en fluorures (contenant de 50 à 70 % de fluor). Les chiffres de 60 à 70 kg sont avancés par l'Association des Ingénieurs Allemands (49) et correspondent bien aux chiffres précédents.

EMANATIONS DE CUVES - FLUOR

Selon l'Industrie, notamment Alusuisse, 75 % du fluor utilisé se dégage dans l'atmosphère et 25 % se fixe dans les cuves d'électrolyse. Ce taux de fixation paraît élevé, mais est généralement admis (28, 43), et sera donc utilisé tel quel ici. Sur la base d'un dégagement de 75 % de fluor dans les halles, les émanations de cuves s'élèvent à 27,3 kg F/T Al, soit 2400 tonnes annuellement. Ce taux d'émanation est légèrement supérieur à celui des usines des Etats-Unis (23 kg F/T Al) et à celui fourni par Alusuisse au LFEM pour l'usine de Rheinfelden (23,3 kg F/T Al). Il se situe dans la fourchette de 12 à 33 kg F/T Al signalée par l'OCDE en 1973.

Les figures de 16 (cuves précuites) et 20 kg (cuves Soederberg) sont employées par Alusuisse dans diverses brochures (23,24,43). Il s'agit d'émanations théoriques à court terme de cuves placées dans des conditions de marche idéales (conditions de laboratoire). Il est faux d'employer ces valeurs pour calculer des moyennes à long terme. Elles ne tiennent pas compte des événements réguliers ou occasionnels qui provoquent de très fortes augmentations des émanations de cuves, par exemple les variations de composition et température du bain d'électrolyse, mises en service et arrêts de cuves, erreurs humaines, etc.

La différence entre 27,3 kg et 16 kg (ou 20) représente l'écart entre la pratique à long terme et la théorie à court terme. Il se répercute au niveau de l'émission de fluor dans l'environnement, et en modifie singulièrement l'image.

FIXATION DE FLUOR DANS LES CUVES

Un taux de fixation de 25 % signifie un dépôt annuel de 800 tonnes de fluor dans les cuves des trois usines, à raison de 10 % dans les anodes usagées (80 T/an) et de 90 % dans les revêtements cathodiques de cuves (720 T/an) (43). Une cuve neuve absorbe rapidement du fluor jusqu'à un certain degré de saturation, après lequel le 100 % du fluor utilisé se dégage. Plus la durée de vie d'un revêtement de cuve est longue (trois ans en moyenne), plus le pourcentage du fluor dégagé dans l'atmosphère par rapport au fluor fixé dans les cuves est grand (4).

Les 800 tonnes de fluor "fixées" dans les anodes et le revêtement interne des cuves ne disparaissent pas de l'environnement, et constituent elles aussi un problème de pollution. Les anodes usagées sont recyclées à l'usine d'électrodes de Chippis. Le processus libère à nouveau dans l'atmosphère le fluor précédemment fixé, soit jusqu'à 80 tonnes. Cette somme supplémentaire de fluor n'est pas mentionnée dans l'étude du LFEM dont les responsables ignoraient jusqu'à l'existence de l'usine d'électrodes. L'usine d'électrodes pourrait aussi recycler des anodes usagées d'autres usines d'électrolyse.

Les cathodes usagées, à raison de 720 tonnes par an (blocs de carbone plus matériel réfractaire) sont placées dans des décharges "spéciales" en plein air. 9500 tonnes de fluor ont été ainsi entreposées par les trois usines entre 1960 et 1974. Des quantités considérables de fluor sont progressivement libérées avec les eaux de lessivage dans le réseau hydrique, ainsi que des cyanures et d'autres polluants (46). Les blocs de carbone tendent à se déliter avec le temps, et sont sujet à une érosion éolienne, source non négligeable de pollution atmosphérique (46).

Deux problèmes sont donc soulevés. D'une part, l'usine d'électrodes de Chippis est-elle munie de dispositifs d'épuration adaptés à l'état de la technique, et prévus pour capter le fluor ? Alusuisse mentionne avoir "installé dans sa fabrique d'électrodes de Rotterdam un équipement d'absorption très complet comprenant des cyclones et des électrofiltres et permettant une épuration efficace de gaz d'échappement" (16). D'autre part, quel est l'emplacement des décharges de cathodes usagées, où vont leurs rejets liquides, sont-ils traités, neutralisés, etc. ?

AUTRES EMANATIONS DE CUVES

Divers autres polluants sont émis lors de l'électrolyse. Ils ont une importance moindre par rapport au fluor dans la dégradation de l'environnement, mais peuvent présenter de graves dangers pour la santé humaine, en particulier les ouvriers des salles d'électrolyse.

1. Poussières

D'importantes quantités de poussières (alumine, cryolithe, divers composés fluorés, etc.) accompagnent la production d'aluminium. Les chiffres publiés font état de 45 à 60 kg poussières/T Al, soit de 4 à 5000 tonnes par an (23,43,45,46,47). Une très grande fraction de ces poussières est microscopique, et le 70 % environ est inférieur à 5 microns. L'empoussiérage des ³halles à cuves ouvertes peut aller jusqu'à 25 mg poussières/m³ d'air (49). Les seules mesures connues effectuées à Martigny (2 à 25 mg P/m³ d'air) et Steg (2 à 10 mg P/m³) en 1967-68,

montrent un empoussiérage élevé, surtout en tenant compte de leur forte teneur en composés fluorés (environ 50 %) (36).

2. Monoxyde de carbone

La combustion des électrodes, à raison de 5 à 600 kg par tonne d'aluminium produit du gaz carbonique et du monoxyde de carbone dans des proportions généralement admises de $3/4 - 1/4$. Selon Singmaster et Breyer, ce sont ainsi 250 kg/T Al de monoxyde de carbone qui sont dégagés par le processus d'électrolyse, soit 22 000 tonnes par an au Valais. Ce gaz étant extrêmement dangereux, et les normes MAC (concentration maximum autorisée) étant fixées à 50 ppm, il est possible que ces valeurs soient atteintes ou même dépassées dans les salles d'électrolyse, notamment lors de conditions climatiques défavorables (voir plus loin).

Selon les mêmes sources, 1500 kg de gaz carbonique sont dégagés par tonne d'aluminium produite, soit 130 000 tonnes par an. De telles quantités ont-elles des effets nocifs ?

3. Anhydride sulfureux

Le carbone des électrodes employées dans l'électrolyse contient au moins 3 % de soufre, % augmenté au cours des ans par raréfaction des sources de coke de pétrole à teneurs plus faibles de soufre. Cette teneur est à l'origine d'un dégagement de 30 kg de SO_2 par tonne d'aluminium produite, soit 2600 tonnes par an, lors de la combustion des électrodes. Il peut provoquer des irritations respiratoires et autres affections dans les concentrations rencontrées dans les usines valaisannes. Les seules mesures connues remontent à 1967 - 68 à l'usine de Martigny, où la valeur MAC de 13 mg/m^3 était atteinte, et où plusieurs cas d'affections respiratoires légères dues au SO_2 ont été soupçonnés (asthme et sinusite) (36).

4. Vapeurs de goudrons

Des quantités importantes de composés organiques cancérigènes sont dégagées lors de la préparation des électrodes et leur combustion pendant l'électrolyse (ex -benzopyrènes). Cent-cinquante kilos de goudron sont ainsi consommés par tonne d'aluminium. Des composés organofluorés sont également émis, en particulier lors des effets d'anode. La légère coloration bleuâtre caractéristique des émissions d'usines d'aluminium provient de ces vapeurs de goudron. Les émissions des cuves Soederberg sont plus élevées que celles des cuves précuites, car la calcination et la combustion des anodes se fait au même endroit pendant l'électrolyse. Ces composés sont extrêmement toxiques à faible dose déjà.

Aucune référence n'a été trouvée à ce sujet pour les usines suisses. Mr Altenpohl, Directeur Alusuisse, mentionne prudemment dans ses déclarations "d'autres substances toxiques" (5).

En résumé, la production annuelle des trois usines d'aluminium est la suivante :

Anhydride sulfureux	2.600 T
Fluor	3.200 T
Poussières	4-5.000 T
Monoxyde de carbone	22.000 T
Aluminium	87.000 T
Gaz carbonique	130.000 T
Vapeurs de goudrons	Plusieurs milliers de tonnes

IV. DISPOSITIFS D'EPURATION EN SERVICE AU VALAIS

1. Description
2. Conception
3. Fonctionnement
4. Rendement théorique
5. Rendement effectif
6. Bilan des émissions fluorées
dans l'environnement
7. Autres émissions polluantes
dans l'environnement

1. DESCRIPTION*

Les usines de Martigny, Steg et deux tiers de Chippis (90 % de la production) sont équipées de cuves précuites ouvertes à piquage latéral (PPL). Les polluants s'échappent librement dans les halles d'électrolyse. Steg et Martigny disposent d'une ventilation forcée placée en toiture des bâtiments. Chippis se contente d'une ventilation par convection naturelle, et dans certaines halles, d'une ventilation par insufflation d'air de ventilateurs placés aux pieds des cuves.

Des laveurs en toiture de conception Alusuisse représentent le seul procédé d'épuration utilisé aux trois usines pour les cuves PPL : le lavage des émanations est obtenu par pulvérisation d'eau en présence de filtres en matière synthétique. Il s'agit d'une épuration secondaire de l'air de ventilation des halles par voie humide.

Cinquante-six cuves Soederberg (SV) de construction plus ancienne sont encore en service à Chippis. Elles sont équipées de jupes de captage autour des anodes, qui permettent la captation primaire d'une partie des émanations. Les émanations ainsi recueillies sont évacuées vers des dispositifs d'épuration primaire (tours de lavage et précipitateurs électrostatiques). Les émanations échappant au captage primaire passent dans les halles et sont traitées au niveau secondaire par le même type de laveurs en toiture que dans le reste de l'usine de Chippis.

2. CONCEPTION

Aucun perfectionnement significatif n'a été apporté aux dispositifs des trois usines depuis plus de 10 ans. Paradoxalement, les cuves Soederberg de Chippis (cuves les plus anciennes) disposent des installations relativement les plus efficaces, grâce à l'addition d'une épuration primaire à l'épuration secondaire (28). La construction de cuves ouvertes à Martigny, Chippis et Steg depuis le début des années 60 marque un recul en matière d'épuration fluor et de protection de l'environnement. Les cuves ouvertes et l'épuration de l'air de ventilation (laveurs en toiture) présentent de graves lacunes dans leur conception :

1. L'atmosphère de travail des halles est dangereuse pour la

* - voir annexes

santé humaine, même en présence d'une forte ventilation. Les ouvriers respirent un mélange toxique extraordinaire de fluor, poussières, anhydride sulfureux, monoxyde de carbone et vapeurs de goudrons.

2. Les principes de diffusion et de dilution du fluor dans l'air des halles sont aberrants. Des quantités d'air considérables sont contaminées pour être ensuite dépolluées (1,5 à 2 million m³/T Al). Plus la dilution du fluor est grande, moins l'efficacité du lavage en toiture est bonne. Le traitement de 10 - 15 mg F/m³ d'air au niveau des installations d'épuration est beaucoup moins efficace que celui de 70 - 100 mg F/m³ d'air (teneur F à la sortie des cuves).

3. Il n'y a pas à proprement parler d'épuration du fluor. Il s'agit simplement d'un transfert de pollution atmosphérique en pollution des eaux. Il n'y a en effet aucun dispositif de récupération du fluor ni de recyclage des eaux usées. Des quantités d'eau extravagantes (17 milliards de litres) sont contaminées annuellement dans des proportions toxiques et illégales (30 à 50 mg F/l.).

3. FONCTIONNEMENT

De nombreux facteurs rendent la marche des installations de ventilation et d'épuration extrêmement aléatoire : gels, salissement des eaux de lavage, vents, en sont les principaux.

1. Des périodes de gel accompagnées de vents froids, situation fréquente en Valais, imposent l'arrêt complet de l'épuration, sous peine de prise en glace de l'ensemble des installations de toiture. Cet inconvénient majeur de l'épuration de l'air de ventilation par voie humide en climat froid est connu et signalé par plusieurs spécialistes (4,29).

2. Le salissement des eaux d'épuration par du sable, des particules végétales ou autres détériore à la fois les filtres et les gicleurs d'eau. L'usine de Steg est équipée d'une station de floculation, et devrait rencontrer moins de problèmes à ce niveau qu'à Chippis et Martigny. L'usine de Martigny signale en 1974 que les conduites et les duses des installations de captage des gaz se trouvent périodiquement bouchées par du sable "pour la première fois", "ce qui entrave le bon fonctionnement de l'installation"(7).

A Rheinfelden, l'expertise LFEM-LIA fait ressortir que ces deux facteurs à eux seuls ont provoqué l'arrêt complet des installations d'épuration de l'usine en moyenne 18 jours par an, sur 8 années d'exploitation (1960 - 68). Au Valais, l'expertise du même laboratoire ne mentionne même pas le problème (28,29).

3. La qualité des eaux de lavage joue un rôle déterminant; l'eau dure provoque l'encroûtement des filtres et le mauvais fonctionnement des gicleurs. Il s'agit d'une "difficulté objective" de l'usine de Martigny selon le LFEM (28). D'ailleurs, l'encroûtement des filtres semble être une difficulté permanente du système d'épuration Alusuisse. Les filtres se bouchent et font obstacle à la ventilation.

4. Les vents de la vallée du Rhône entravent considérablement la ventilation des halles des trois usines, tout au long de l'année. L'atmosphère de travail des halles, ordinairement insalubre, est encore plus défavorable lors que les vents s'en mêlent, comme le souligne la direction de l'usine de Martigny :

"Par suite des conditions très spéciales à Martigny, il y a de bons et mauvais jours qui influencent l'efficacité de notre ventilation et l'atmosphère de notre salle des fours. D'ailleurs, l'usine de Steg a exactement les mêmes problèmes.

"Les analyses réalisées dans notre salle des fours pendant 49 jours ont donné les résultats suivants :

20 jours très bons
14 bons jours
15 jours défavorables

Une comparaison avec les analyses effectuées à l'usine de Steg montre que les conditions de celle-ci sont les mêmes que chez nous." (9)

L'augmentation la plus forte de concentration de fluor et autres toxiques est enregistrée à Chippis, où les conditions de ventilation des halles sont les plus mauvaises.

Remarque - Les seules mesures connues de fluor aux trois usines montrent qu'à Martigny et Chippis, au minimum, les concentrations autorisées de fluor (valeurs MAC) ne sont toujours pas respectées, même après le relèvement de cette norme de 1 à 1,5 mg F/m³ (14,44). Que se passe-t-il un jour sur trois, lorsque les vents soufflent de "mauvaise façon" ?

Le manque d'étanchéité de la carcasse des halles est inévitable. Des quantités indéterminées de fluor s'échappent dans l'environnement, sans passer par le système d'épuration. Ce problème est connu et signalé par divers spécialistes (35,43). "Même avec l'épuration en toiture, il y a presque toujours un chemin par lequel les émanations peuvent quitter une salle d'électrolyse." (4)

Les vents multiplient les pertes de fluor, en créant des turbulences et surpressions d'air à l'intérieur des halles. Tous les orifices possibles servent d'exutoire au fluor et

autres émanations. Les plus fortes pertes de fluor sont enregistrées à Chippis, toujours de pair avec la ventilation inexistante ou inadéquate des halles (l'insufflation d'air dans certaines halles par des ventilateurs placés aux pieds des cuves renforce encore les surpressions d'air, donc les fuites de fluor). A Martigny, le manque de volume d'air sous les cuves ne permet pas une bonne répartition de l'air de ventilation dans la halle, et la position de l'usine par rapport à l'axe des vents dominants est défavorable (44).

4. RENDEMENT THEORIQUE

Il n'existe aucune évaluation indépendante de l'efficacité théorique du procédé d'épuration Alusuisse. Les seules informations disponibles proviennent directement d'Alusuisse, et se présentent en deux versions, selon l'interlocuteur de l'entreprise.

1. La version publique, pour les autorités locales, les non-spécialistes et la presse fait état d'une épuration de "96 % du fluor" ou de "95 % du fluor dégagé par le processus de fabrication" (8, 12, 41). Ces chiffres sont faux. Ils ont trop longtemps laissé croire que l'épuration du fluor était presque totale et que des améliorations n'étaient plus possibles. Ils ont induit en erreur les autorités qui les ont acceptés sur la base de relations de confiance avec les entreprises concernées. Quelques exemples suivent.

En 1963, Aluminium Martigny et Alusuisse garantissent formellement par lettre à la Commune de Martigny une épuration de 95 % en moyenne du fluor (8). Il y a en effet dans cette commune des oppositions à la construction de la nouvelle usine.

En 1974, l'Office Vétérinaire Fédéral se réfère à une épuration de 96 % du fluor pour apaiser les craintes de la Commune de Niedergesteln devant les projets d'agrandissement de l'usine de Steg (39).

En 1975, le Conseil d'Etat du Valais mentionne aussi une épuration de 95 % dans ses réunions avec l'Association de défense contre les émanations nocives des usines (18).

2. La version spéciale pour initiés de technique industrielle comme LFEM, l'OFPE, l'OCDE, l'IIAP, S et B, indique un rendement d'épuration fluor de 60 - 72,5 %. Il est décomposé en épuration de fluor gazeux (90 - 95 %) et fluor solide (30 - 50 %) selon la division pratiquée à tort en la matière (voir paragraphe sur la toxicité du fluor). Nous citons ces chiffres pour mémoire. Seule l'émission de fluor total sera analysée ici, en accord avec une approche globale du problème, et en concordance avec l'approche de plusieurs pays (Etat-Unis, Canada, Norvège), en particulier au niveau des normes d'émis-

sion de fluor dans l'atmosphère et les eaux résiduaires. Les chiffres d'Alusuisse de 60 - 72,5 % sont repris sans mesures indépendantes, et presque sans modifications par plusieurs des organismes cités plus haut.

Données Alusuisse, 1975	60-72,5 %
IIAP, 1975	55-72,5 %
LFEM, 1975	70 %
S et B, OCDE 1973-76	69-72 %

Tableau : Rendement d'épuration théorique par rapport au fluor no. 3 total. Installations Alusuisse.

Soixante à 72,5 % représente l'épuration théorique obtenue à Martigny et Steg. Elle est inférieure à Chippis pour au moins deux raisons : les quantités d'eau de lavage employées y sont de 30 - 40 % plus faibles (140 m³ par rapport à 190 - 220 m³/T Al) et les mauvaises conditions de ventilation y augmentent les fuites de fluor à travers la carcasse des halles.

L'épuration théorique fluor obtenue avec les cuves Soederberg est supérieure à celle des cuves précuites ouvertes. Elle est de l'ordre de 75 - 85 %, en additionnant les performances de l'épuration primaire et de l'épuration secondaire*.

L'émission théorique de fluor dans l'atmosphère, calculée sur le rendement de 60 - 72 % s'élève à 7,6 - 10,9 kg F/T Al à Martigny et Steg. Elle est plus élevée à Chippis, sauf dans la section des cuves Soederberg (4,1 à 6,8 kg F/T Al). (Dans les calculs, les émissions de Chippis seront considérées identiques à celles des autres usines.) L'épuration théorique des poussières est de 55 - 70 % selon Alusuisse. L'émission théorique de poussières dans l'atmosphère est donc de 13,5 - 27 kg/T Al.

Remarque - Le rapport LFEM sur les émissions fluorées au Valais se réfère plusieurs fois à une étude de l'OCDE (35), sans préciser qu'il s'agit d'une compilation de réponses de l'Industrie à un questionnaire, ni qu'aucune des données n'a été mesurée de façon indépendante par l'OCDE. La source des informations

* captage primaire, ancien (pouvant être amélioré) 60 - 80 %
 captage secondaire, 40 - 20 %
 épuration primaire, 95 %
 épuration secondaire, 50 %
 épuration fluor total, 77 - 86 %

de l'OCDE sur le type d'installations employé au Valais se résume essentiellement à Alusuisse, ses filiales dans divers pays et les quelques producteurs employant les techniques Alusuisse. Comparer les rendements de l'épuration au Valais avec les rendements d'installations identiques, comme le fait le LFEM, revient à comparer Alusuisse avec Alusuisse. La méthode est d'autant plus douteuse qu'elle évite toute comparaison avec des procédés d'épuration plus efficaces, qui sont examinés dans le même rapport OCDE.

5. RENDEMENT EFFECTIF

L'efficacité théorique de 60 - 72,5 % est obtenue par Alusuisse dans des conditions de laboratoire : dispositifs d'épuration en parfait état de marche, conditions climatiques favorables, surveillance continue des cuves, etc. Selon le LFEM, "le rendement effectif de ces installations n'est pas connu". Ce laboratoire avait cependant pour mission, et sous contrat de l'Etat du Valais, de précisément déterminer le niveau des émissions fluorées au Valais. Le rapport LFEM signale seulement en dernière page en deux lignes et demi que "des problèmes d'exploitation et des avaries peuvent provoquer des émissions considérablement plus élevées que les valeurs moyennes citées dans le rapport" (28). Selon l'OCDE,

"les rendements caractéristiques s'appliquent à des modèles bien conçus, des équipements bien utilisés et bien entretenus. En raison des problèmes de fonctionnement, tels que les incidents mécaniques, les rendements moyens, calculés sur une base annuelle, tendront à être inférieurs aux caractéristiques." (35)

De nombreux paramètres contribuent à l'abaissement du rendement de l'épuration, à long terme. La plupart sont dûs à la conception même des installations. Certains ont déjà été mentionnés, et nous citons les plus importants d'entre eux.

Les gels combinés à des vents froids et le salissement des eaux de lavage peuvent à eux seuls contribuer à une baisse de rendement annuel de nombreux pourcents. A Rheinfelden, 18 jours d'arrêt complet de l'épuration par an signifient l'émission sauvage et concentrée de 5 % du fluor total utilisé dans l'année.

Les eaux dures encroûtent filtres et gicleurs d'eau. Toutes les fuites de fluor à travers les orifices des halles doivent être retranchées de l'épuration théorique, calculée par Alusuisse sur l'hypothèse d'une captation intégrale du fluor par les dispositifs d'épuration.

Les pannes de tous genres (eau, électricité, ventilation), les incidents mécaniques, l'usure normale et la détérioration des installations d'épuration (filtres, gicleurs, etc.), les travaux d'entretien et de réparation, etc., provoquent des diminutions significatives du rendement de l'épuration.

En conclusion, le rendement effectif de l'épuration du fluor atmosphérique des trois usines est évalué tout au plus à 50 % (exception possible : cuves Soederberg). L'émission de fluor dans l'atmosphère est actuellement de 13,65 kg F/T Al, soit 1200 tonnes par année. La marge d'amélioration technique est considérable. Il reste 50 % du fluor à éliminer de l'atmosphère, et la totalité du fluor à éliminer de l'environnement.

6. BILAN DES EMISSIONS FLUOREES DANS L'ENVIRONNEMENT

La totalité des 3200 tonnes de fluor consommées annuellement par les trois usines se retrouvent d'une manière ou d'une autre dans l'environnement sous forme de pollution. Aucune récupération ni recyclage ne sont effectués. Le bilan fluor est le suivant :

1200 T fluor	atmosphérique (électrolyse)
1200 T fluor	- réseau hydrique (eaux de lavage)
720 T fluor	- décharge, réseau hydrique (cathodes usagées)
80 T fluor	- atmosphérique ou décharge (anodes usagées)

3200 T fluor - consommation annuelle = pollution annuelle

7. AUTRES EMISSIONS POLLUANTES DANS L'ENVIRONNEMENT

L'émission de poussières dans l'atmosphère, calculée sur un rendement identique de 50 % (théorique 55 - 70 %) est de 22 - 30 kg/T Al, soit 1900 à 2600 T/an. 1900 à 2600 T de poussières passent dans le réseau hydrique, sous formes de substances solides en suspension.

Monoxyde de carbone et gaz carbonique ne sont pas ou très peu retenus par l'épuration secondaire et se retrouvent dans l'atmosphère. Une certaine proportion des vapeurs de goudrons et du SO₂ passent dans les eaux résiduelles. Les boues de décantation et les décharges de cathode rejettent dans le réseau hydrique de nombreux polluants, dont des cyanures.

1. EVALUATION DU PRODEDE D'EPURATION UTILISE AU VALAIS

Aluminium Martigny SA prétend en séance de tribunal "qu'aucune technique d'épuration meilleure n'est opérationnelle à ce jour" et "qu'aucun système n'existe actuellement qui améliorerait d'une façon sensible et certaine les techniques utilisées" (10). Alusuisse de son côté déclare que "les techniques les plus récentes à l'étranger sont encore controversées et pas assez éprouvées", c'est à dire en d'autres mots au stade expérimental et non-opérationnel (31).

De telles affirmations sont abondamment démenties dans plusieurs études comparatives des procédés d'épuration de l'Industrie (24,33,34,35,43,46,47). Les évaluations du procédé utilisé en Valais (épuration secondaire de l'air de ventilation par voie humide) sont peu flatteuses. Il y a unanimité des spécialistes : employé seul, ce procédé est beaucoup moins efficace que l'épuration primaire (voie humide ou sèche).

En 1972 - 73, l'OCDE ne classe ce procédé ni dans ceux à rendements élevés, ni dans ceux à rendements moyens; l'épuration secondaire n'est jugée utile qu'en complément d'un captage et d'une épuration primaire (35). En 1975, l'OCDE précise que "l'efficacité de ce dispositif d'épuration n'est pas élevée" (34).

En avril 1975, l'Institut International de l'Aluminium Primaire (IIAP) publie une étude comparée de 20 modèles d'usines d'électrolyse, sur la base de procédés d'épuration actuellement utilisés. L'IIAP est un organisme de défense et de promotion de l'industrie regroupant la quasi-totalité des producteurs du monde occidental. Les informations de l'étude proviennent exclusivement des entreprises membres. Un seul des 20 modèles d'usines présentées est à cuves ouvertes. Il vient d'Alusuisse. Les 19 autres modèles sont à cuves fermées. Au niveau du rendement de l'épuration fluor, le modèle Alusuisse se classe 19ème sur 20. (Le seul modèle moins efficace dispose en tout et pour tout d'une très haute cheminée d'évacuation.) 15 des 20 modèles indiquent une émission de fluor inférieure à 2 kg F/T Al (dont 5 inférieurs à 1 kg F/T Al) (valeurs théoriques).

L'OPE (Office de Protection de l'Environnement) des Etats-Unis caractérise l'épuration de l'air de ventilation de "relativement inefficace" (21). Une émission de 7,5 kg F/T Al et de 20 kg de poussières/T Al "caractérisent de médiocres (poor) installations d'épuration" (respectivement 13,65 et 22 - 30 kg au Valais).

V. ETAT DE LA TECHNIQUE DANS

L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

1. Evaluation du procédé d'épuration utilisé au Valais
2. Normes d'émission fluor
3. Captage primaire des émanations
4. Epuration primaire
5. Epuration secondaire
6. Epuration combinée primaire et secondaire
7. Epuration des eaux usées

2. NORMES D'EMISSION FLUOR

Les normes d'émission fluor adoptées ou proposées aux Etats-Unis dans l'industrie de l'aluminium fournissent une référence précieuse à la Suisse et une autre base d'évaluation du procédé d'épuration Alusuisse. En effet, elles traduisent en exigences chiffrées un concept de l'état actuel de la technique identique à celui que l'on trouve dans la Législation suisse sur le Travail et l'Assurance en cas de Maladies et Accidents (voir 47, vol. I et II).

Les autorités américaines considèrent que toutes les usines neuves (et aggrandissements) doivent émettre moins de 950 grammes de F/T Al dans l'atmosphère et moins de 25 grammes F/T Al dans les eaux résiduaires (effet rétroactif à 1973). Les usines existantes ont jusqu'au 1er juillet 1977 pour abaisser leurs émissions de fluor dans les eaux usées à moins de 1 kg F/T Al, et jusqu'au 1er juillet 1983 pour les réduire à moins de 50 g F/T Al (21,33,46,47).

Les émissions de fluor atmosphériques ne pourront pas dépasser de 1 à 2,25 kg F/T Al pour les usines à cuves PPL (normes fédérales proposées), chaque Etat de l'Union devant fixer ses propres normes dans le cadre des normes proposées par l'OPE.

En 1976, 58 % de la capacité de production aux Etats-Unis se conforme déjà aux normes proposées pour les usines existantes. Par comparaison, 22 % de la production canadienne et 75 % de la production norvégienne les respecteraient aussi, si elles y étaient soumises (33).

Aucun autre pays n'a effectué autant de recherches et d'études que les Etats-Unis dans la détermination de normes fluor pour l'industrie de l'aluminium. Dans plusieurs pays, l'adaptation des usines à l'état actuel de la technique n'a pas, semble-t-il, été une préoccupation dominante, et le choix des normes n'a pas toujours été heureux (ex - concentrations maximum de fluor par volume d'air ou d'eaux résiduaires). L'exemple allemand est frappant à cet égard. L'adoption de normes en 1974 n'a amené l'amélioration d'aucune des 10 usines du pays (33). Autant dire que ces normes sont inutiles.

Au Canada (Colombie Britannique et Québec), les nouvelles usines doivent limiter leurs émissions de fluor atmosphérique à 1,5 kg F/T Al et à 5 kg poussières/T Al, et l'émission de fluor dans les eaux résiduaires à moins de 2,5 mg/litre. Les usines existantes doivent aboutir aux mêmes performances par étapes successives. En Norvège, des autorisations sont déli-

vrées aux usines cas par cas, et dans les années récentes, des émissions de 1,3 à 2,1 kg F/T Al dans l'atmosphère ont été autorisées (33).

3. CAPTAGE PRIMAIRE DES EMANATIONS

Le capotage des cuves constitue la condition préalable à l'obtention de rendements d'épuration élevés. Il s'agit d'une nécessité absolue qui fait l'unanimité des spécialistes (24, 33, 34, 35, 43, 46, 47). Les émanations de cuves sont récupérées à la source, et directement évacuées par collecteurs appropriés vers les dispositifs d'épuration primaire. Citons à ce sujet la position de l'Office de Protection de l'Environnement des Etats-Unis:

"Il est évident que la meilleure technique d'épuration des composés fluorés repose fortement sinon totalement sur l'utilisation d'un système de capotage très efficace, pour récupérer les émanations de fluor et les diriger vers un dispositif d'épuration primaire, plutôt que de leur permettre de s'échapper et d'être traitées par un système d'épuration secondaire beaucoup moins efficace." (47, vol I)

Les cuves ainsi fermées (capotées) présentent d'énormes avantages sur les cuves ouvertes :

1. Meilleure protection de la santé des ouvriers; l'atmosphère de travail des halles est rendue beaucoup plus saine et agréable, car la diffusion du fluor et autres polluants est enrayée au maximum. A défaut de pouvoir citer la CNA ou le service de médecine du travail de l'OFIAMT, citons à ce propos le Dr Altenpohl, Directeur Alusuisse :

"Le capotage des cuves prendra de plus en plus d'importance, afin de protéger les ouvriers des vapeurs d'anhydride sulfureux, dont l'émission a augmenté avec l'accroissement de teneur en soufre des anodes; mais aussi pour protéger les ouvriers des émanations de fluor, de poussières et autres substances toxiques."

--Congrès de métallurgistes à Vienne
juin 1975 (5)

2. Meilleure épuration possible, car le fluor capté reste sous forme concentrée (70 - 100 mg/m³ pour cuves PPL) au lieu d'être dilué 5 à 10 fois (10 - 15 mg F/m³) avant l'épuration (le volume d'air à épurer est 5 à 10 fois plus restreint).

L'efficacité du capotage des cuves n'est jamais totale. Elle permet la récupération de 80 à 96 % du fluor avec des cuves

PPL et plus de 95 % avec les cuves PPC (24,33,43,47 vol. I et III). Il en résulte une baisse équivalente de la teneur en polluants de l'atmosphère des halles, soit de 80 à 96 % avec les cuves PPL et plus de 95 % avec les cuves PPC. Des rendements supérieurs à 90 % sont réalisables pour des installations de capotage neuves sur cuves PPL. Dans l'étude de l'IIAP, le modèle no. 11 est un modèle Alusuisse à cuves fermées, dont l'efficacité de captage est donnée à 90 %, et l'émission globale de fluor atmosphérique de 780 g F/T Al (24).

Les cuves ouvertes précuites ou Soederberg, ne sont plus adaptées à l'état actuel de la technique. Elles sont partout en voie d'abandon ou de conversion en cuves fermées. Un inventaire des cinq principaux pays producteurs d'aluminium, Etats-Unis, Japon, Canada, Allemagne et Norvège, (69 % de la production mondiale), est révélateur (voir tableau no. 4) :

67 des 73 usines d'électrolyse emploient des cuves capotées.

Des six usines à cuves ouvertes, quatre appartiennent au groupe Alusuisse (New Johnsonville, Rheinfelden, Essen, Husnes), la cinquième est l'usine Giulini de Ludwigshafen (licence Alusuisse), et la dernière fait partie d'un groupe associé à Alusuisse aux Etats-Unis (Revere Copper and Brass).

Pays	% Prod mondiale	Nbre usines	Cuves fermées	Cuves ouvertes
Etats-Unis	36,5	31	29	2
Japon	11,8	13	13	0
Canada	8,5	6	6	0
Allemagne	6,1	10	7	3
Norvège	5,8	13	12	1
	68,7	73	67	6

Tableau : Répartition des cuves capotées et ouvertes dans les no. 4 5 premiers pays producteurs d'aluminium

Source : (33)

En Europe, 34 des 60 usines d'électrolyse emploient en 1975 des cuves fermées (71,6 % de la production) (voir tableaux no. 5 et no. 6).

9 usines Alusuisse et 10 usines Péchiney (uniquement les usines françaises) constituent la grande majorité des 23 usines à cuves précuites ouvertes. 15 usines emploient des cuves PPL capotées en Norvège, Hollande, Grande Bretagne, Allemagne,

et Grèce.

Types de cuves	Nbre usines	Capacité en 1000 T	% Prod Européenne
Cuves précuites fermées	15	1404	41,4
Cuves Soederberg fermées	19	1025	30,2
Cuves précuites ouvertes	23	855	25,2
Cuves Soederberg ouvertes	3	110	3,2
Totaux	60	3394	100

Tableau : Types de cuves utilisées en Europe en 1975
no. 5

Les usines à cuves précuites (PPC) du groupe Ardal og Sunndal Verk en Norvège (168.000 T) ont été capotées dès le début des années 60, afin d'assurer une meilleure protection de la santé du personnel (30,32). Les 4 usines à cuves précuites (PPL) de la société d'état allemande Vereinigte Aluminium Werke AG sont capotées depuis de très nombreuses années (303 000 T) . Le capotage des cuves a déjà été réalisé par le groupe Péchiney pour le 75 % de sa capacité de production mondiale; l'usine grèque de St-Nicolas (150 000 T) construite entre 1966 et 1972 avec des cuves ouvertes (PPL) est convertie entre 1973 et 1975 en cuves fermées. L'usine hollandaise de Vlissingen (170 000 T), mise en service en 1971 avec cuves ouvertes (PPL), est convertie en 1973. Les usines américaines de Frederick (158 000 T) et Ferndale (260 000 T) sont transformées en cuves fermées (PPL) en 1973 (1,33). L'usine hollandaise de Delfzijl, de conception Alusuisse, est mise en service puis agrandie en plusieurs étapes entre 1966 et 1970. Elle est de conception identique aux usines de Steg et Martigny (cuves PPL). Delfzijl (100 000 T) est convertie en cuves fermées en 1973 - 74.

Le groupe Alusuisse doit aussi s'adapter à l'état actuel de la technique, dans certains pays. D'ici 1978, au moins 4 de ses 13 usines d'électrolyse seront munies de cuves précuites fermées :

1. Lake Charles, E-U - l'usine construite en 1970 (32 000 T) est de conception identique à Steg et Martigny. Les cuves (PPL) ont dû être capotées pour satisfaire aux normes d'émission de poussières de l'Etat de la Louisiane.

2. Hannibal, E-U - l'usine était déjà équipée de cuves fermées (PPC) lors de son achat en 1974 par Alusuisse (126 millions \$).

C U V E S F E R M E E S				C U V E S O U V E R T E S				
Précuites	Capacité en 1000 T	Soederberg	Capacité en 1000 T	Précuites	Capacité en 1000 T	Soederberg	Capacité en 1000 T	
Grevenbroich, RFA	38	Lünen, RFA	47	Rheinfelden, RFA	54	ALUSUISSE	La Coruna, Esp.	85
Norf, RFA	145	Braunau, Autriche	80	Essen, RFA	130		Sabinanigo, Esp.	
Töging, RFA	55	Aviles, Esp	100	Fusina, It.	30		Valladolid, Esp.	
Stade, RFA	65	St-Jean-Maurienne,		Porto Marghera, It.	28			
Voerde, RFA	69	Fr.	40	Straumsvik, Islande	72			
Hamburg, RFA	100	Noguères, Fr.	110	Husnes, N	66	GIULINI		
Blythe, GB	120	Karmøy, N	115	Lend, Autriche	10			
Holyhead, GB	102	Ardal IId, N	22	Chippis, Suisse	20			
Invergordon, GB	122	Ardal IV, N	36	Steg, Suisse	47			
St-Nicolas, Grèce	150	Hoyanger I, N	10	Martigny, Suisse	10			
Delfzijl, NL	100	Hoyanger II, N	20	Ludwigshafen, RFA	44	PECHINEY		
Vlissingen, NL	170	Sunndal I + II, N	58	Argentières, Fr.				
Sunndal III, N	62	Tyssedal, N	27	Auzat, Fr.				
Ardal I, N	84	Mosjøen, N	86	Chedde, Fr.				
Ardal IIc, N	22	Lista, N	60	St-Jean-Maurienne, Fr.				
San Ciprian, Esp. (en Construction)		Sunndsväl, Suède	85	La Praz, Fr.	260			
		Fort William, GB	42	Riouperoux, Fr.				
		Kinlochleven, GB		Sabart, Fr.				
		Rheinfelden, RFA	22	LaSaussaz, Fr.				
		Chippis, Suisse		Lannemezan, Fr.				
		Bolzano, It.	65	Venthon, Fr.				
				Mori, It.	24			
				Porto Vesme, It.	60			
15 usines	1404 (41,4%)	19 usines	1025 (30,2%)	23 usines	855 (25,2%)	3 usines	110 (3,2%)	

Abbréviations : NL = Pays-Bas N = Norvège Esp.= Espagne Fr.= France It.= Italie

Tableau : Types de cuves utilisées en Europe dans les usines d'électrolyse

3. New Johnsonville, E-U - l'usine construite et développée entre 1963 et 1967 (140 000 T) est de conception identique à Steg et Martigny. La conversion des cuves ouvertes PPL en cuves fermées PPC sera réalisée dès la promulgation des nouvelles normes d'émission de fluor pour les usines existantes.

4. Husnes, Norvège - l'usine mise en service en 1966 et agrandie de 1966 à 1970 (72 000 T) est de conception identique à Steg et Martigny (PPL). La conversion en cuves fermées sera réalisée d'ici 1978, avec l'adoption du piquage central (PPC)(1; 33; 13 - 1974).

Alusuisse ne mentionne jamais en Suisse que de telles transformations ont dû et devront être entreprises dans des usines du groupe à l'étranger. Serait-ce par peur de contagion ? L'attitude adoptée en Suisse se résume à gagner du temps avant de mettre en place des équipements connus, éprouvés et réputés indispensables dans l'ensemble de l'Industrie. Alusuisse est en 1975 la dernière entreprise de l'Industrie à installer de nouvelles cuves précuites ouvertes, plus exactement à l'usine de Chippis (13, 1975).

4. EPURATION PRIMAIRE

L'épuration primaire du fluor est indissociable du capotage des cuves. Deux alternatives sont ouvertes : par voie humide ou par voie sèche. L'épuration primaire classique par voie humide (précipitateurs électrostatiques et tours de lavage) obtient de bons résultats d'épuration, mais doit s'accompagner d'installations de récupération et recyclage du fluor et d'installations d'épuration et recyclage des eaux usées.

L'épuration primaire du fluor par voie sèche est à l'heure actuelle la meilleure technique d'épuration applicable dans l'industrie de l'aluminium. Plusieurs procédés ont été développés au cours des dix dernières années par les principaux producteurs : Alcoa (1967), Alcan (1971), Pechiney-Air Industrie (1971), Kaiser (1972), Mikropul. Ils reposent tous sur la propriété de l'alumine de fixer de grandes quantités de fluor (adsorption), qui sont ensuite recyclées dans les cuves (voir 33,34,35,43,46,47). Les caractéristiques de l'épuration par voie sèche sont les suivantes :

1. Rendement effectif de l'épuration très élevé. 98 - 99,5 % du fluor recueilli par le système de capotage des cuves est épuré. Alcoa assortit la vente de son procédé à des tiers d'une garantie d'épuration de 98 % du fluor capté, à la seule condition que les équipements soient correctement entretenus. Alcan de son côté garantit une émission de fluor total inférieur à 1 kg F/T Al. La valeur limite d'émission de fluor atmosphérique adoptée aux Etats-Unis pour les usines nouvelles et

extensions d'usines existantes (0,95 kg F/T Al) repose principalement sur les résultats obtenus et contrôlés d'usines existantes disposant soit d'une épuration primaire par voie sèche, soit d'une installation similaire doublée d'une épuration secondaire (3,30,47 vol. I,II et III).

2. Récupération et recyclage de fluor et d'alumine. De 15 à 25 kg F/T Al et 9 à 10 kg alumine F/T Al sont récupérés et recyclés grâce à l'emploi de l'épuration par voie sèche. A l'avantage économique s'ajoute l'avantage écologique (1,4).

3. Véritable épuration du fluor. La récupération et le recyclage de fluor se font sans transfert de pollution atmosphérique en pollution des eaux. L'épuration sèche a l'énorme avantage de ne consommer point d'eau.

4. Fonctionnement sûr. L'épuration primaire par voie sèche travaille de façon indépendante des conditions climatiques et de la qualité des eaux de lavage. Le volume d'air à traiter est plus de 10 fois inférieur à celui des installations d'épuration secondaire. Plusieurs dispositifs ont été mis au point pour parer à l'arrêt d'une partie des installations (pannes, entretien, service des cuves) sans perte d'efficacité, ce qui est impossible à réaliser avec l'épuration secondaire par voie humide (32,33,34,43). Il est évident que le système de capotage nécessite un entretien adéquat pour garder son efficacité, comme tout autre équipement industriel.

En 1976, 33 % de la production mondiale provient déjà d'usines à épuration par voie sèche (tableau no. 7). Aux Etat-Unis, 17 des 31 usines en sont équipées, ce qui représente 52 % de la production du pays. D'ici 1978, ce chiffre sera porté à 24 usines, dont les 3 usines Alusuisse (Lake Charles, Hannibal, New Johnsonville). En Europe, 12 usines disposent de l'épuration par voie sèche à la fin 1975, pour 32 % de la production européenne. Ce nombre ira aussi en augmentant rapidement, par conversion et extension d'usines existantes, et dans les nouvelles unités de production (ex - San Ciprian, en Espagne).

L'usine Alusuisse de Lake Charles opère depuis juin 1975 avec l'épuration par voie sèche (procédé Pechiney Air Industrie). Celle d'Hannibal a passé commande d'un système d'épuration à sec en mai 1976 à la société Mikropul. L'installation sera terminée en 1977. Enfin à New Johnsonville, la conversion en cuves PPC sera accompagnée d'une épuration par voie sèche, dès l'entrée en vigueur des nouvelles normes fluor pour les usines existantes aux Etat-Unis. L'usine de Husnes en Norvège (Alusuisse) sera équipée de l'épuration par voie sèche d'ici 1978 (1,6,33).

Plusieurs arguments ont été présentés à l'OFPE et au LFEM par Alusuisse contre l'adoption de l'épuration par voie sèche.

Usine	Pays	Entreprise	Type de Cuves	Production 1000 T
Alcoa, Tenn,	EU	Alcoa	PPC	185
Baden, N.C.	EU	Alcoa	PPC	104
Massena, N.Y.	EU	Alcoa	PPC	182
Point Comfort, Tex	EU	Alcoa	SV	168
Vancouver, Wash.	EU	Alcoa	PPC	115
Warrick, Ind.	EU	Alcoa	PPC	250
Wenatchee, Wash.	EU	Alcoa	PPC	65
Sebree, Ky.	EU	Anaconda	PPC	102
Lake Charles, La.	EU	Alusuisse	PPL	32
Frederick, Md.	EU	Pechiney	PPL	158
Ferndale, Wash.	EU	Pechiney	PPL	260
Chalmette, La.	EU	Kaiser	SH	236
Read, Wash.	EU	Kaiser	PPC	187
Ravenswood, W.Va.	EU	Kaiser	PPC	70
Tacoma, Wash.	EU	Kaiser	SH	74
New Madrid, Mo.	EU	Ncranda	PPC	127
Jones Mill, Ark.	EU	Reynolds	PPC	50
Beauharnois	Québec	Alcan	SH	47
Kitimat, B.C.	Canada	Alcan	SV	272
Sakaïde	Japon	Mitsubishi	PPL	100
Omuta	Japon	Mitsui	PPL	44
Hamburg	Allemagne	ex-Reynolds	PPC	100
Aviles	Espagne	Etat + Alcan	SV	100
St-Nicolas	Grèce	Pechiney	PPL	150
Vlissingen	Hollande	Pechiney	PPL	170
Delfzijl	Hollande	Hoogovens	PPL	100
Karmøy	Norvège	Norsk-Hydro	SV	115
Ardal I	Norvège	Etat + Alcan	PPC	84
Ardal IIc, IID	Norvège	Etat + Alcan	SV + PPC	22
Ardal III	Norvège	Etat + Alcan	SV	36
Sunndal III	Norvège	Etat + Alcan	PPC	62
Mosjøen	Norvège	Etat + Alcoa	SV	86
Lista	Norvège	Etat + Alcoa	SV	60
Vera Cruz	Mexique	Alcoa	SV	44
Pocos de Caldos	Brésil	Alcoa	PPC	27
Geelong	Australie	Alcoa	PPC	100
San Ciprian	Espagne	Etat + Alcan	en construction	-
36 usines				4 084 (33% prod mondiale)

Tableau : Usines d'électrolyse utilisant en 1976 l'épuration par voie
no. 7 sèche

Leur valeur est démentie par la pratique de l'Industrie à l'étranger, y compris Alusuisse aux Etats-Unis et bientôt en Norvège. Au niveau technique, trois arguments ont été avancés :

1. Quantité limitée d'alumine appropriée au sein du groupe Alusuisse. Deux qualités d'alumine sont produites à partir de la bauxite. L'alumine fluante (sandy), adaptée à l'épuration par voie sèche, représente deux tiers de la production mondiale. Elle ne diffère de l'alumine plâtreuse (floury) que par une calcination moins poussée, en présence de divers catalyseurs, ce qui lui donne une surface spécifique plus grande et des propriétés d'adsorption du fluor plus marquées. Le passage d'une qualité à l'autre est simple, les modifications de technologie et les investissements insignifiants. Certaines usines d'alumine produisent indifféremment l'une ou l'autre qualité. Alusuisse peut donc rapidement adapter sa production d'alumine fluante à ses besoins.

Alusuisse produit assez d'alumine fluante aux Etats-Unis pour effectuer des ventes à des tiers, et dispose en plus d'une quote-part annuelle de 200 000 T d'alumine fluante guinéenne.

D'autre part les échanges d'alumine entre les 6 entreprises majeures de l'Industrie sont pratiqués à très grande échelle, et permettent les échanges d'alumine fluante et plâtreuse. Les besoins du Valais (180 000 T/an) sont déjà couverts par les disponibilités actuelles d'Alusuisse, ou par des échanges possibles avec d'autres entreprises.

Quant à Aluminium Martigny, qui s'approvisionne déjà chez Péchiney, la fourniture de 20 000 T/an d'alumine fluante ne pose aucun problème, et a d'ailleurs déjà été proposée par Péchiney (10).

2. Qualité du métal inférieure. L'aluminium est commercialisé à 99,5 % de pureté. L'épuration sèche n'a aucune peine à satisfaire cette exigence. Alcan considère que l'épuration sèche "n'a pas d'effets significatifs" sur la pureté du métal (30). Alcoa précise que "les pertes de pureté du métal sont confinées à 0,01 - 0,02 % (2). (Ces pertes minimes proviennent du recyclage de diverses impuretés adsorbées en même temps que le fluor sur l'alumine). L'expérience montre que l'épuration par voie sèche n'a en rien modifié les positions concurrentielles et les débouchés des entreprises qui l'ont adoptée (Alcoa, Alcan, Kaiser, Péchiney, etc.).

Une faible proportion d'aluminium est produite pour des usages spéciaux. Des dispositifs ont été prévus pour atteindre le degré de pureté souhaité avec l'épuration sèche. Des séries de cuves "sélectionnées" sont simplement alimentées en alumine fraîche ou peu chargée. L'alumine chargée ayant adsorbé avec le fluor certaines impuretés est ensuite dirigée sur des cuves produisant de l'aluminium standard à 99,5 % (2).

3. Nécessité de capoter les cuves. C'est une nécessité universellement reconnue dans l'Industrie pour faire face aux exigences modernes de protection de la santé des ouvriers et de sauvegarde de l'environnement (voir chapitre V, paragraphe 3).

Remarque - Dans les pays où les autorités l'ont exigé, Alusuisse s'est procuré les licences nécessaires (Air-Industrie, Mikropul) pour équiper ses usines de l'épuration par voie sèche. Il n'y a pas de raison pour qu'il en soit autrement en Suisse. Il n'est en particulier pas acceptable d'attendre 4 - 5 ans qu'Alusuisse ait développé son propre procédé d'épuration sèche pour exiger la mise en place de l'épuration sèche au Valais.

5. EPURATION SECONDAIRE

L'épuration secondaire doit être maintenue dans les usines à cuves PPL, car l'efficacité de capotage n'est pas suffisante en elle-même pour assurer un haut rendement d'épuration. Aux Etats-Unis et au Canada, toutes les usines à cuves PPL et SV doivent s'équiper d'une épuration combinée primaire et secondaire pour satisfaire aux normes d'émission atmosphérique fluor. Les usines à cuves PPC et SH peuvent satisfaire aux normes sans installer une épuration secondaire (33).

6. EPURATION COMBINEE PRIMAIRE ET SECONDAIRE

Deux solutions ont été proposées à ce jour dans l'Industrie pour obtenir des usines à cuves PPL des rendements d'épuration élevés.

1. Capotage des cuves. Epuration primaire par voie sèche. Maintien intégral de l'épuration secondaire, avec recyclage des eaux usées et du fluor.

2. Conversion des cuves PPL en cuves PPC à meilleure efficacité de capotage (95 % +). Epuration primaire par voie sèche. Diminution ou suppression de l'épuration secondaire, selon les exigences légales des différents pays.

L'efficacité d'épuration par rapport au fluor total atteint 91,5 à 93,5 % pour la première solution, et 94 - 95 % pour la seconde (arrêt complet de l'épuration secondaire, avec un captage primaire de 96 %). Une troisième solution encore plus efficace consiste à convertir les cuves PPL en cuves PPC, installer l'épuration primaire par voie sèche et maintenir intégralement l'épuration secondaire actuelle. L'efficacité atteint alors 94,3 à 96.6 %.

La première solution a été appliquée plus souvent à ce jour, par exemple en Grece (St-Nicolas), en Hollande (Vlissingen et Delfzijl) et aux Etats-Unis (Frederick et Ferndale). Elle va être adoptée à l'usine Alusuisse de Lake Charles (E-U).

A New Johnsonville (E-U) et Husnes (Norvège), la conversion en cuves à piquage central (PPC) va être réalisée par le groupe Alusuisse (33). Si l'épuration secondaire actuelle est maintenue (troisième solution), elles seront équipées des meilleures techniques applicables dans l'industrie de l'aluminium.

L'adoption au Valais de la première ou la deuxième solution réduirait l'émission de fluor atmosphérique de 7 à 8 fois, et l'émission de fluor dans les eaux usées de 95 % au moins. Avec un système de capotage de 90 % d'efficacité, et une consommation moyenne de 36,4 kg F/T Al, l'émission serait inférieure à 2 kg F/T Al. La troisième solution permettrait d'atteindre une émission voisine de 1 kg F/T Al, soit plus de 10 fois moins qu'actuellement (tableau no. 8).

Efficacité captage primaire (%)	80	85	90	95	97
Epuration primaire 98 %	78,3	83,3	88,2	93,1	95,1
Captage secondaire (théorique)	20	15	10	5	3
Epuration secondaire 50 %	10	7,5	5	2,5	1,5
Epuration fluor total	88,3	90,8	93,2	95,6	96,6
Emission atmosphérique* kg F/T Al	3,17	2,51	1,86	1,2	0,93

*Basée sur une consommation de 36,4 kg F/T Al et 27,3 kg F/T Al d'émanations de cuves.

Tableau : Emission de fluor atmosphérique avec épuration
no. 8 combinée primaire et secondaire

7. EPURATION DES EAUX USEES

Dans les usines valaisannes, les eaux usées proviennent essentiellement de l'épuration secondaire (140 - 230 m³/T Al) mais aussi des eaux de fonderie et de démolition des cuves. Il faut y ajouter les eaux de lessivage des décharges en plein air (boues de décantation, cathodes usagées). L'épuration des eaux usées a été négligée par les trois usines jusqu'à maintenant, mais est de plus en plus pratiquée dans l'Industrie. Plusieurs solutions sont offertes dans l'état actuel de la technique.

1. L'épuration primaire par voie sèche est très attrayante, par le simple fait qu'elle élimine 80 - 96 % du fluor des eaux usées de l'épuration secondaire et en facilite aussi le recyclage.

2. La récupération du fluor est obtenue par précipitation et sédimentation de cryolithe ou fluorure d'aluminium dans des bassins étanches. Les fluorures sont ensuite traités de manière à être recyclés dans l'électrolyse. 16 des 31 usines des Etats-Unis disposent de la récupération du fluor en 1973 déjà, pour les eaux usées d'épuration primaire ou secondaire par voies humides (46).

3. Le recyclage des eaux usées est rendu possible par les dispositifs de récupération du fluor ou la mise en place de l'épuration par voie sèche. La consommation d'eau peut alors être réduite de plus de 80 %, ce qui est une épargne d'eau considérable (14 milliards de litres/an au Valais).

4. L'entreposage des boues de décantation et des cathodes usagées dans des crassiers étanches évite la contamination de la nappe phréatique par leurs rejets liquides (fluor, cyanures). Les cyanures sont neutralisés (traitement aux produits chlorés), et le fluor est récupéré selon les mêmes méthodes que pour les eaux usées de l'épuration secondaire. De plus en plus souvent, les cathodes usagées sont traitées pour en extraire le fluor. La pratique est déjà courante dans l'Industrie (4).

Aux Etats-Unis, les rejets de fluor dans les eaux usées d'usines existantes devront être réduits à 1 kg F/T Al au 1er juillet 1977 et à 50 grammes F/T Al au 1er juillet 1983. D'autres normes sont introduites simultanément, qui reflètent les meilleures techniques d'épuration applicables dans l'Industrie (tableau no. 9). Les normes sont déjà respectées en 1974 par 10 des 31 usines concernées (46), et l'Office de Protection de l'Environnement des Etats-Unis n'anticipe aucune difficulté à voir les normes respectées par toutes les usines aux dates limites fixées (46).

Polluant	1er juillet 1977	1er juillet 1983
Fluor	1 kg / T Al	50 g / T Al
Solides en suspension	1,5 kg / T Al	100 g / T Al
Huiles et graisses	250 g / T Al	150 g / T Al
Cyanures	5 g / T Al	5 g / T Al
pH	6 - 9	6 - 9

Tableau : Normes en vigueur aux Etats-Unis pour eaux usées
no. 9 d'usines existantes

VI. ASPECT ECONOMIQUE

1. Coût des installations
2. Capacités de financement
des entreprises

1. COÛT DES INSTALLATIONS

1. Captage des émanations et épuration primaire par voie sèche.
 Dans l'Industrie de l'aluminium, la taille des usines n'influence pas de façon sensible le coût de l'épuration par tonne de capacité installée de production. Les dispositifs d'épuration primaire se présentent en effet généralement sous forme de "modules" ou "centres de traitement". Ils sont placés à l'extérieur des bâtiments de l'électrolyse, et ajoutés les uns aux autres en fonction de la grandeur des usines. Chaque module, d'un coût unitaire fixe, traite les émanations de 20 à 30 cuves. Le coût des équipements par tonne de capacité installée sera donc considéré identique pour les trois usines valaisannes (1,30,47 vol. I).

A la fin 1975, le captage des émanations et l'épuration primaire par voie sèche coûtent de 160 à 250 francs par tonne de capacité annuelle installée. Ce chiffre englobe l'ensemble des frais directs et indirects d'achat et de mise en place des équipements. Le coût du captage des émanations (collecteurs inclus) se monte à 90 francs/T installée en moyenne pour les 5 pays de référence (Etats-Unis, Japon, Canada, Allemagne, Norvège). Le coût de l'épuration sèche varie avec les procédés et les pays de 70 - 80 francs/T installée (Air Industrie, Mikropul) à 120 - 160 francs/T installée (Alcoa, Alcan) (6,33).

Des évaluations précises ont été obtenues auprès des producteurs d'aluminium par le Ministère du Commerce des Etats-Unis, pour un certain nombre d'usines existantes à cuves PPL, dont plusieurs d'Alusuisse ou de conception Alusuisse. Les investissements vont de 148 à 260 francs/T installée :

<u>New Johnsonville</u> , Alusuisse	242 francs/T installée
<u>Husnes</u> , Alusuisse	260 francs/T installée
<u>Scottsboro</u> , Revere Copper	245 francs/T installée
<u>Ferndale</u> , Pêchiney	148 francs/T installée

Alusuisse passe un contrat de 15 millions francs en mai 1976 avec la société Mikropul, pour l'équipement de l'épuration sèche à son usine d'Hannibal (70 francs/T installée). L'ensemble des transformations à apporter à l'usine (démolition des installations d'épuration existantes, modification du capotage des cuves, épuration sèche, etc.) se monte à 165 francs/T Al (33).

L'investissement à réaliser par les trois usines du Valais se monte à 14 - 22 millions francs, et se répartit comme suit :

<u>Martigny</u>	1,6 à 2,5 millions francs
<u>Chippis*</u>	4,8 à 7,5 millions francs
<u>Steg</u>	7,5 à 11,8 millions francs
<u>TOTAL</u>	13,9 à 21,8 millions francs

Les coûts d'exploitation de l'ensemble des équipements sont entièrement compensés par la valeur du fluor et de l'alumine récupérés par l'épuration sèche (tableau no. 10). Il n'y a donc pas d'incidences économiques autres que l'investissement initial et son amortissement pour des usines qui ajoutent la récupération primaire à sec à une épuration secondaire existante.

Francs/T installée	E-U	Japon	Can.	RFA	Norv.	Moyenne
<u>Coûts d'exploitation</u>	36	35,7	38,5	32,8	34,1	35,4
- Captage des émanations	12,8	12,9	13,7	11,9	12,3	12,7
- Epuration sèche	23,2	22,8	24,8	20,9	21,8	22,7
<u>Gains fluor et alumine</u>	42,4	33,1	33,1	33,1	33,1	35,0
<u>Coût d'exploitation</u>	-6,4	2,6	5,4	-0,3	1,0	0,5

Tableau : Coût d'exploitation du captage des émanations et de
no. 10 l'épuration sèche pour usines à cuves précuites
(PPC et PPL)

2. Epuration et recyclage des eaux usées. Les eaux usées des trois usines du Valais contiennent à l'heure actuelle des doses de fluor toxiques et illégales (30 à 50 mg/litre).

L'épuration par voie sèche sur les cuves PPL existantes permet de résoudre une grande partie du problème sans investissement additionnel. La charge fluorée des eaux usées secondaires passe à environ 1 kg F/T Al (4 à 7 mg/l). Il faut néanmoins investir 10 francs/T installée pour recycler les eaux usées et abaisser leur charge polluante à 50 g F/T Al (meilleure épuration possible dans l'état actuel de la technique) (46). Ceci représente une dépense de 900 000 francs pour les trois usines. Chippis doit s'équiper de bassins de décantation.

* A Chippis, le coût de l'épuration sèche pour les cuves Soederberg se monte à 120 - 130 francs/T installée, et compense le coût probablement plus élevé de l'équipement des cuves précuites (due à la disposition variée des cuves et des halles).

TYPE D'INSTALLATION	EFFICACITE GLOBALE % fluor total			INVESTISSEMENTS Francs/T installée (1\$ = Fr.2.50)			
	83	90	E-U	Can.	RFA	Japon	Norvège
<u>Epuration primaire</u>							
1. Précipitateur électrostatique sec + tour d'aspersion	79,6	86,6	107	115	97	105	102
2. Epuration sèche par Injection d'alumine	81,3	88,2	130	137	120	123	122
3. Epuration sèche par lit fluidisé d'alumine	81,8	88,7	150	157	135	147	140
<u>Epuration primaire + secondaire</u>							
1 + laveurs en toiture (type valaisan)	87,7	91,4	280	297	259	275	262
2 + laveurs en toiture (type valaisan)	89,4	93,0	302	312	275	297	285
3 + laveurs en toiture (type valaisan)	89,9	93,5	312	342	292	305	302

Tableau : Coût des dispositifs d'épuration d'usines à cuves PPL
no.11 (Efficacités de captage primaire 83 % et 90 %)

Source : (33)

La conversion des cuves PPL en cuves PPC rend possible l'arrêt de l'épuration secondaire, si et seulement si un captage primaire de 96 - 97 % des émanations peut être maintenu à long terme. L'avantage économique d'une telle solution est évidente : une baisse réelle du coût d'exploitation de 25 - 30 francs/T installée s'ensuit, qui permet à elle seule d'amortir en 8 - 11 ans l'investissement initial du captage et de l'épuration primaire (33). L'avantage écologique provient de l'élimination complète des boues de décantation et des eaux usées de l'épuration secondaire. On peut envisager de garder l'épuration secondaire en état de marche pour la substituer ou l'ajouter à l'épuration primaire en cas de défaillance.

3. Récupération du fluor des déchets solides. Aucune évaluation du coût des équipements de traitement des cathodes usagées n'a été trouvée. Mais le coût des fluorures augmentant, la récupération du fluor des cathodes est une opération de plus en plus fréquemment utilisée. La récupération du fluor des anodes usagées peut être en partie réalisée par un nettoyage très soigneux des restes de bain et de croûte adhérent au carbone, sans investissements particuliers. De nombreuses usines emploient des laveurs et des précipitateurs électrostatiques non-spécifiques pour le fluor. Les investissements ne sont pas précisés (43, 47-Vol I).

2. CAPACITE DE FINANCEMENT DES ENTREPRISES.

La capacité d'Alusuisse à financer 19 Millions de francs d'installations d'épuration au Valais ne fait aucun doute. Les opérations valaisannes ont été parmi les plus fructueuses de l'entreprise pendant des décades, et ont financé en grande partie l'expansion mondiale du groupe Alusuisse. Les activités suisses ont apporté 427 millions de francs de bénéfices nets au cours des dix années passées (42,7 millions/an), auxquels il faut ajouter des amortissements de 275 millions (27,5 millions/an). Les bénéfices nets du groupe au niveau mondial se sont élevés pendant la même période à 881 millions (88,1 millions/an), et les amortissements à 1852 millions (185,2 millions/an).

L'usine de Steg, inaugurée en 1963, est amortie à un franc au bilan de 1966. L'agrandissement de 25 millions de francs en 1970 est immédiatement amorti à 1 franc au bilan de la même année. L'ensemble des usines valaisannes est comptabilisé en 1975 à 47 millions (valeur d'achat: 401 millions). Cette somme comprend les deux usines d'électrolyse, les laminoirs de Sierre, les centrales électriques de Bramois et de la Navissance et 320 hectares de terrains.

La capacité financière d'Alusuisse peut aussi être évaluée par l'ampleur des acquisitions récentes de sociétés suisses et étrangères. La prise d'une participation majoritaire dans la société américaine Ormet en janvier 1974 coûte environ 200 millions de francs (quote-part Alusuisse). La reprise en août 1976 de la totalité du capital de Leichtmetall-Gesellschaft porte sur plus de 250 millions de francs. En octobre 1976, Alusuisse annonce la construction d'une usine de 160 000 tonnes de production de spath fluor en Grande Bretagne...etc(13,50,51).

Aluminium Martigny appartient à la famille Giuliani, qui est également propriétaire d'une usine de transformation de l'aluminium dans la région bâloise= Laminoirs et Tréfileries de Münchenstein SA, qui emploient 500 personnes. Il s'agit donc d'une des plus importantes entreprises de la métallurgie légère en Suisse. Aluminium Martigny réalise des bénéfices annuels de 4 à 4,5 millions de francs sur des chiffres d'affaires de 25 à 28 millions de francs, et est parfaitement en mesure de réaliser les investissements demandés de 1,6 à 2,5 millions.

L'ensemble du dossier montre que de nombreux producteurs d'aluminium ont adopté l'épuration à sec du fluor, que la captation primaire des émanations est quasi-générale dans l'industrie et que la récupération du fluor des déchets liquides et solides est de plus en plus fréquemment employée. La position concurrentielle d'entreprises comme Alcoa, Alcan, Kaiser et d'autres qui ont adopté ces mesures n'a pas été affaiblie pour autant sur le marché mondial. Les limites d'émissions introduites aux Etats-Unis, en Norvège, en Hollande et dans d'autres pays n'ont manifestement pas pour objectif de défavoriser leurs entreprises indigènes: elles encouragent toutes une évolution des techniques vers l'épuration à sec et la récupération du fluor des déchets.

On peut dire que les deux entreprises suisses bénéficient pour le moment d'un sursis avantageux par rapport à la concurrence et que l'adoption des mesures anti-pollution préconisées ne ferait que supprimer ce privilège. Il faut encore une fois souligner qu'Alusuisse a introduit et va introduire le captage et l'épuration primaire par voie sèche dans les pays où les autorités l'ont exigé (Etats-Unis, Norvège).

VII. CONCLUSIONS ET MESURES A PRENDRE

Les conclusions qui se dégagent de l'ensemble des informations recueillies dans ce dossier sont claires:

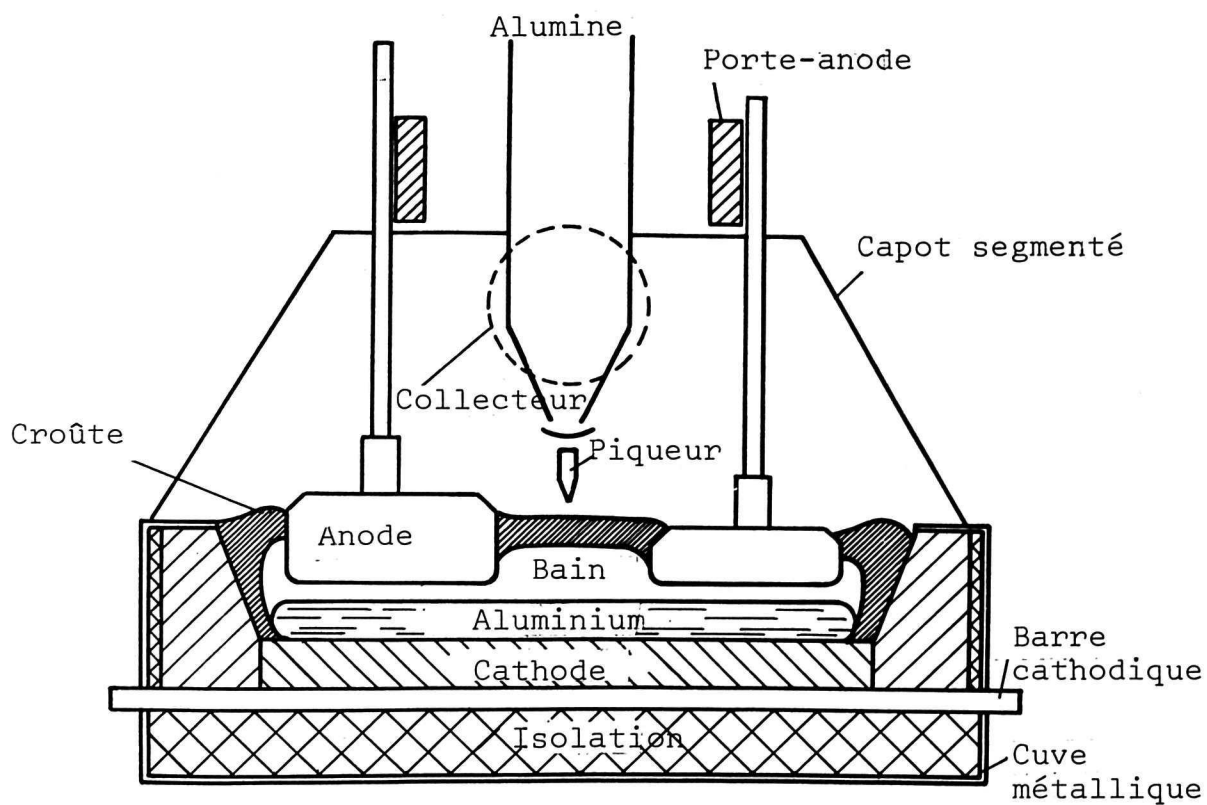
1. Les procédés d'épuration en service à Martigny, Chippis et Steg sont de mauvaise efficacité, de conception dépassée et d'un fonctionnement aléatoire. Ils ne répondent pas à l'état de la technique dans l'industrie de l'aluminium ni aux exigences modernes de protection de la santé humaine et de l'environnement.
2. Le captage primaire des émanations, l'épuration à sec et la récupération des fluorures contenus dans les déchets solides et les eaux usées sont les meilleures techniques connues dans l'état actuel de la science. Leur emploi est de plus en plus généralisé.
3. L'adoption de ces techniques requiert des investissements modérés. L'épuration du fluor par voie sèche peut se solder par une baisse absolue des coûts d'exploitation des usines transformées.
4. Les principaux concurrents de l'industrie ont opté pour l'épuration par voie sèche et ont développé leurs propres variantes du procédé. De nombreux pays encouragent l'évolution des techniques d'épuration vers les procédés à sec en introduisant des normes d'émission fluor (Etats-Unis, Norvège, Canada, Hollande..etc)

En Suisse, les entreprises ont l'obligation légale d'employer les meilleures techniques d'épuration connues et éprouvées, en vertu des dispositions sur le Travail et sur l'Assurance en cas de Maladies et Accidents. Toutes les conditions sont réunies pour apporter une solution satisfaisante et durable au problème fluor. Les mesures à prendre sont énumérées ci-dessous:

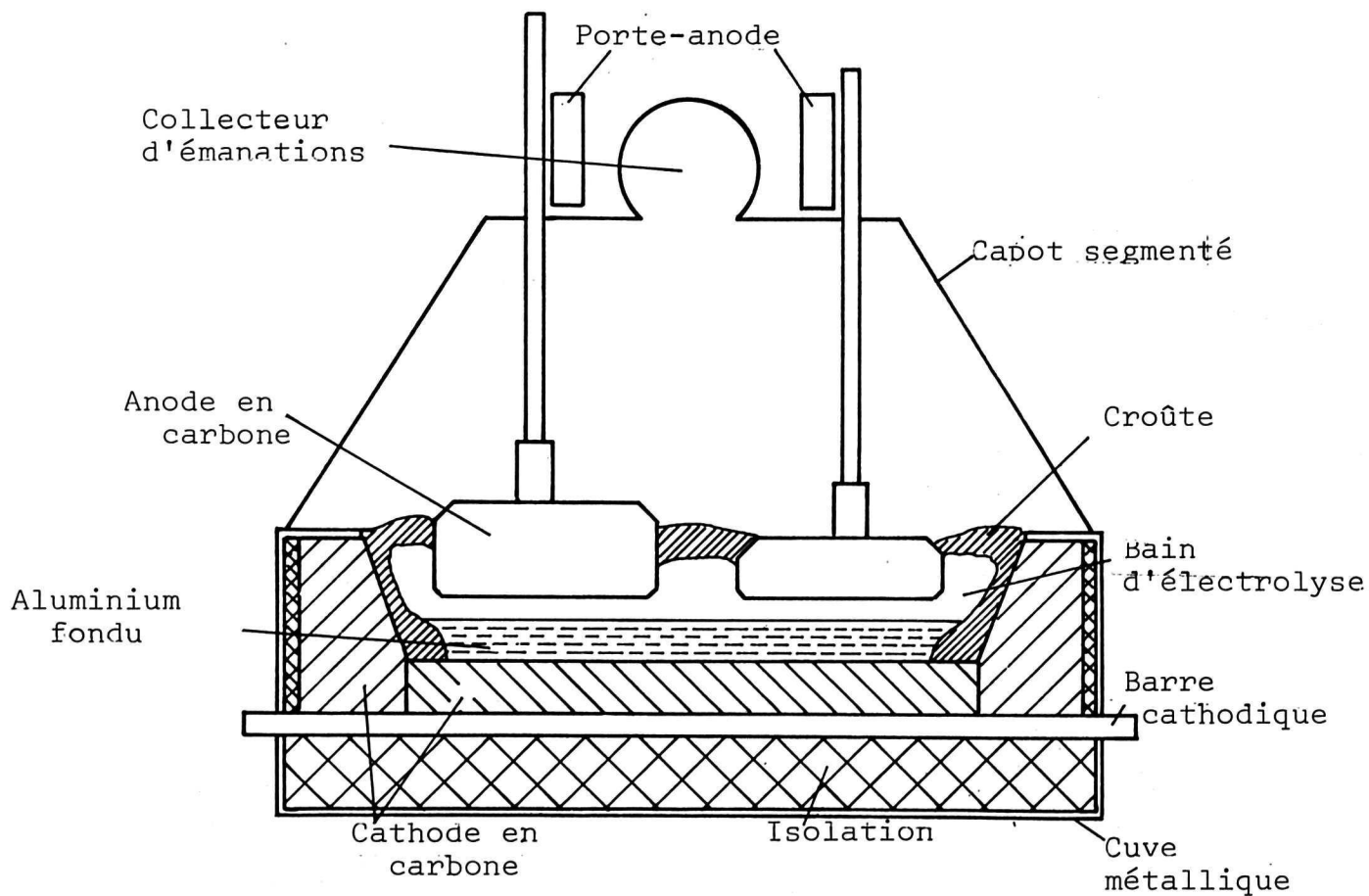
1. Captage primaire des émanations et épuration du fluor par voie sèche.
2. Epuration et recyclage des eaux usées de toutes provenances. L'arrêt de l'épuration secondaire peut être une alternative intéressante, par conversion en cuves PPC et garanties sur le captage primaire (96-97 % minimum).
3. Récupération du fluor des cathodes usagées et des boues de décantation.
Construction d'aires de stockage étanches, et élimination des décharges actuelles de cathodes usagées et de boues de décantation.
4. Epuration du fluor à l'usine d'électrodes de Chippis.

A N N E X E S

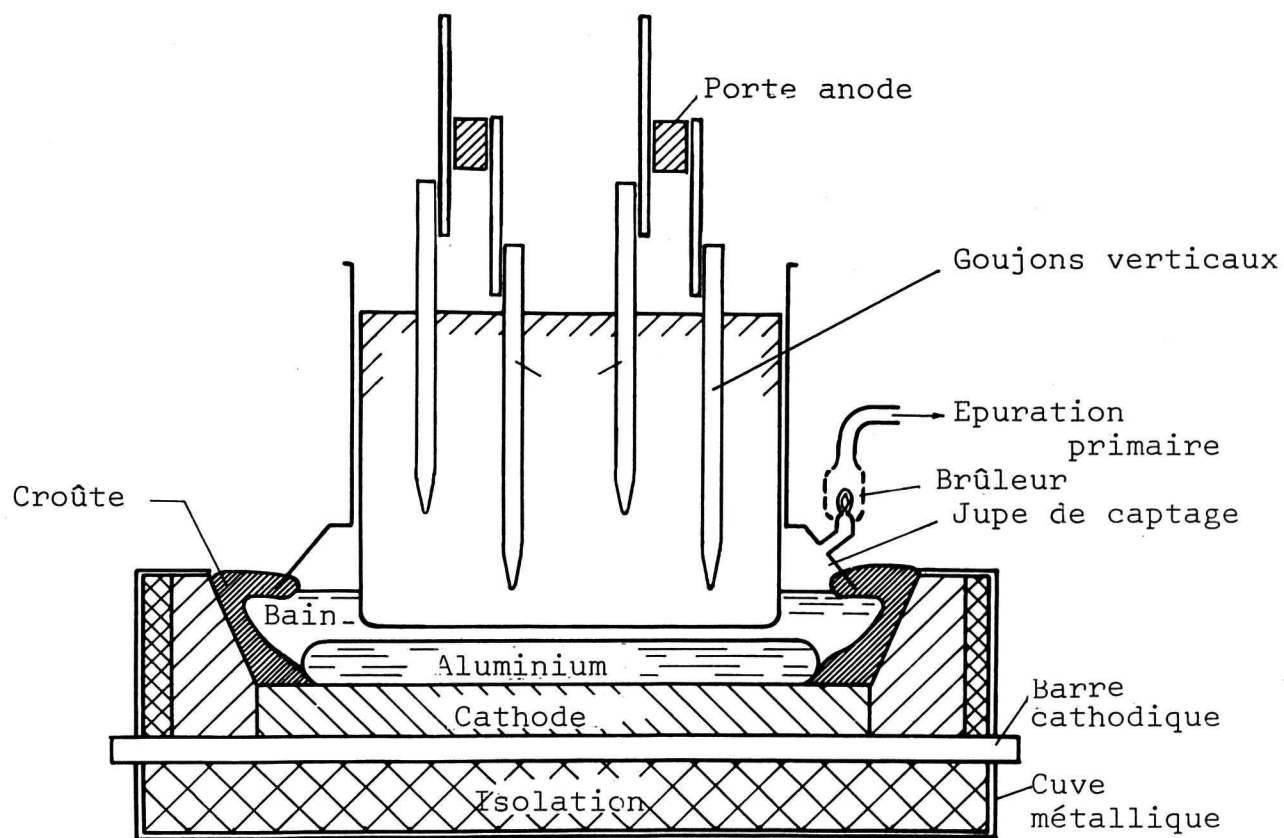
CUVE PRECUIE A PIQUAGE CENTRAL (PPC)



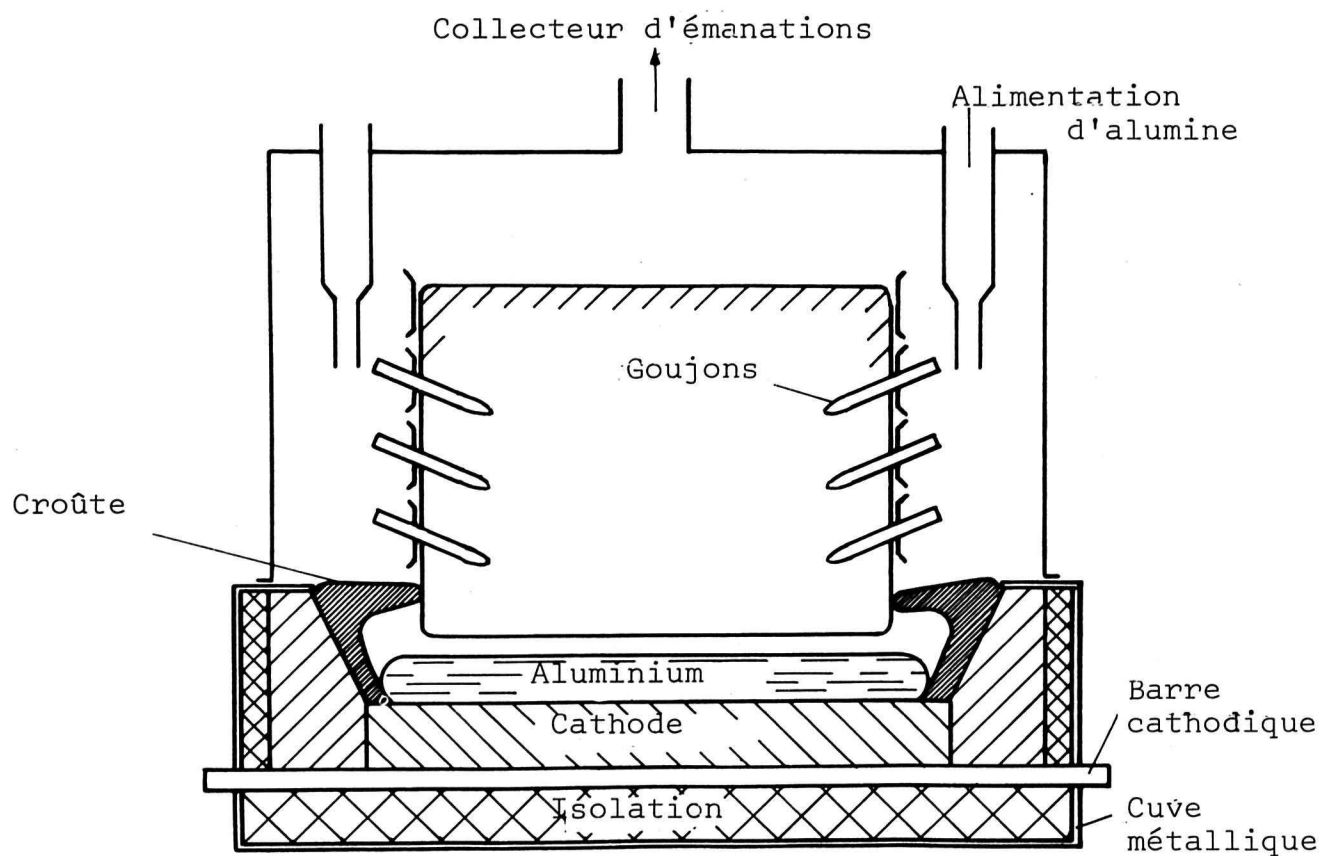
CUVE PRECUIE A PIQUAGE LATÉRAL (PPL)



CUVE SOEDERBERG A GOUJONS VERTICAUX (SV)



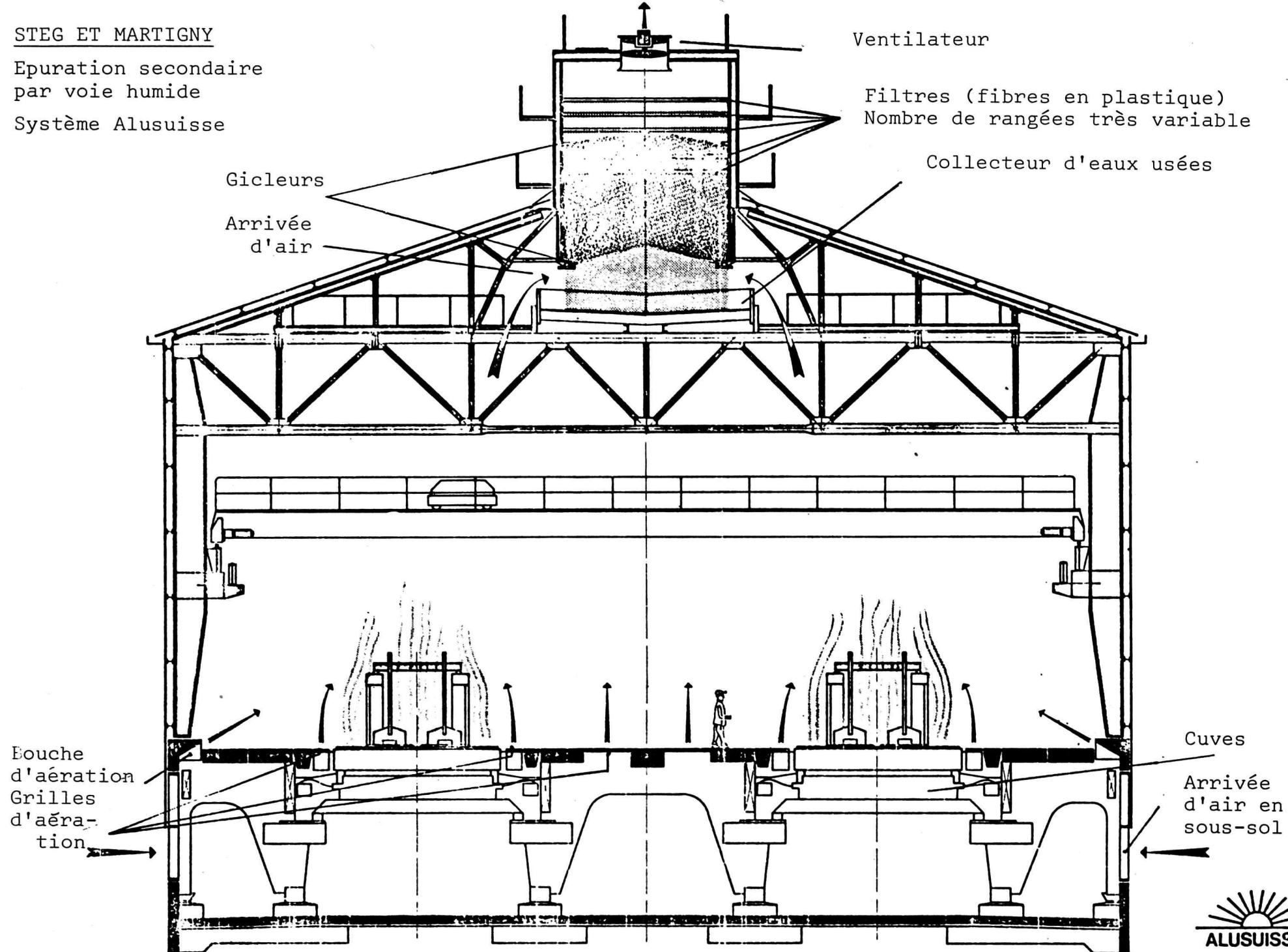
CUVE SOEDERBERG A GOUJONS HORIZONTAUX (SH)



STEG ET MARTIGNY

Epuration secondaire
par voie humide

Système Alusuisse

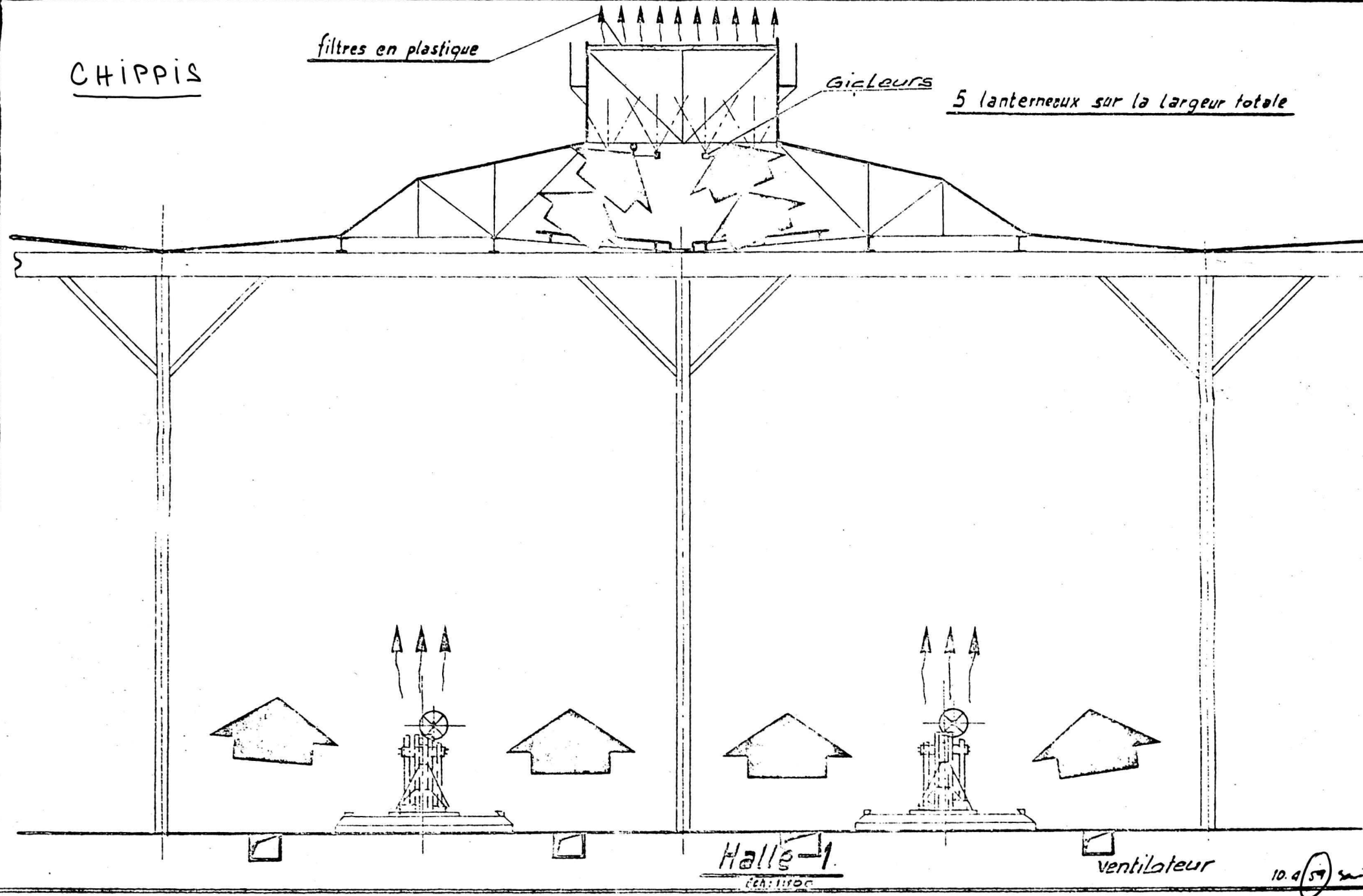


CHIPPIS

filtres en plastique

Gicleurs

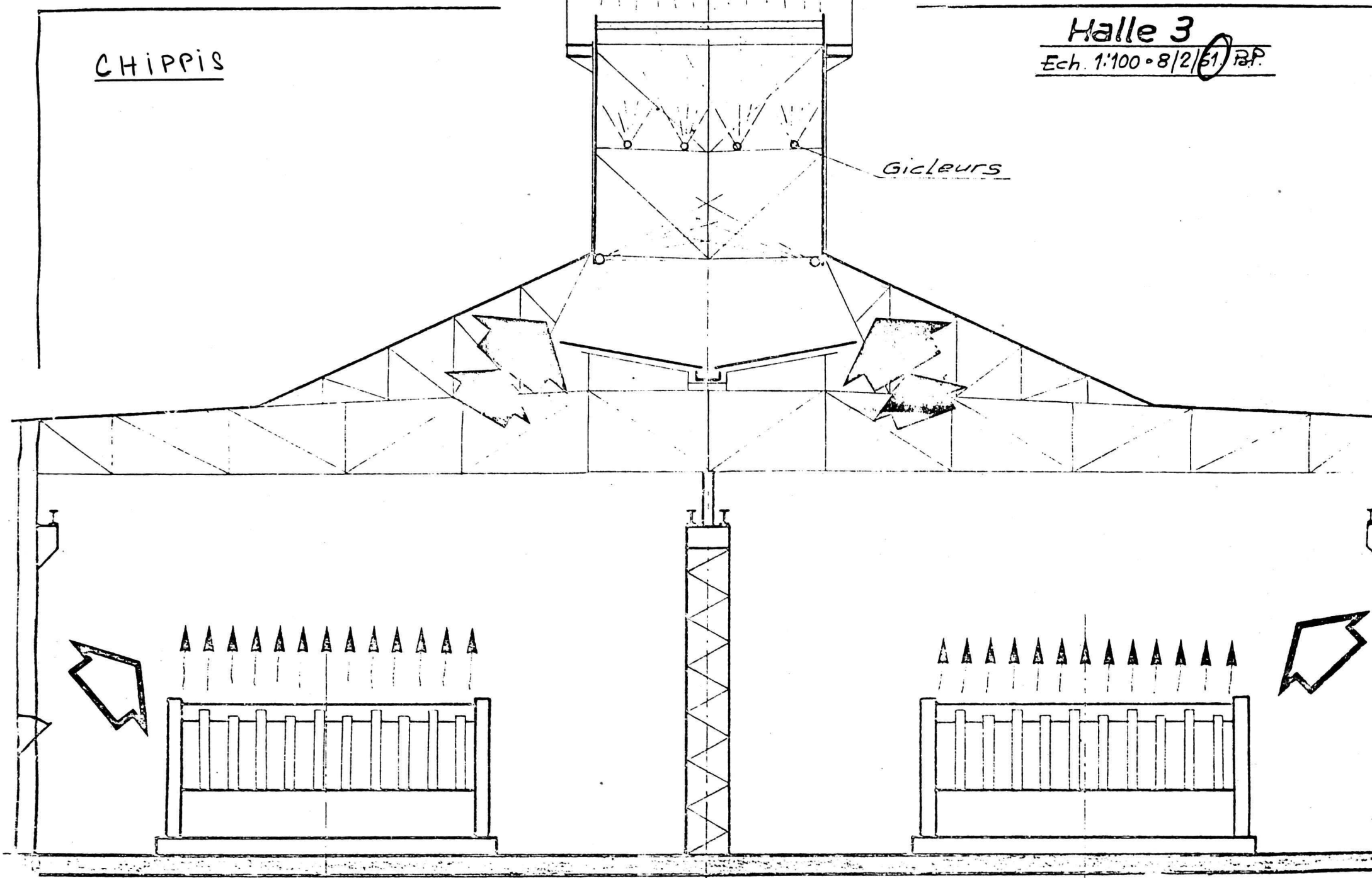
5 lanterneaux sur la largeur totale



CHIPPIS

Halle 3
Ech. 1:100 = 8/2/61 B.P.

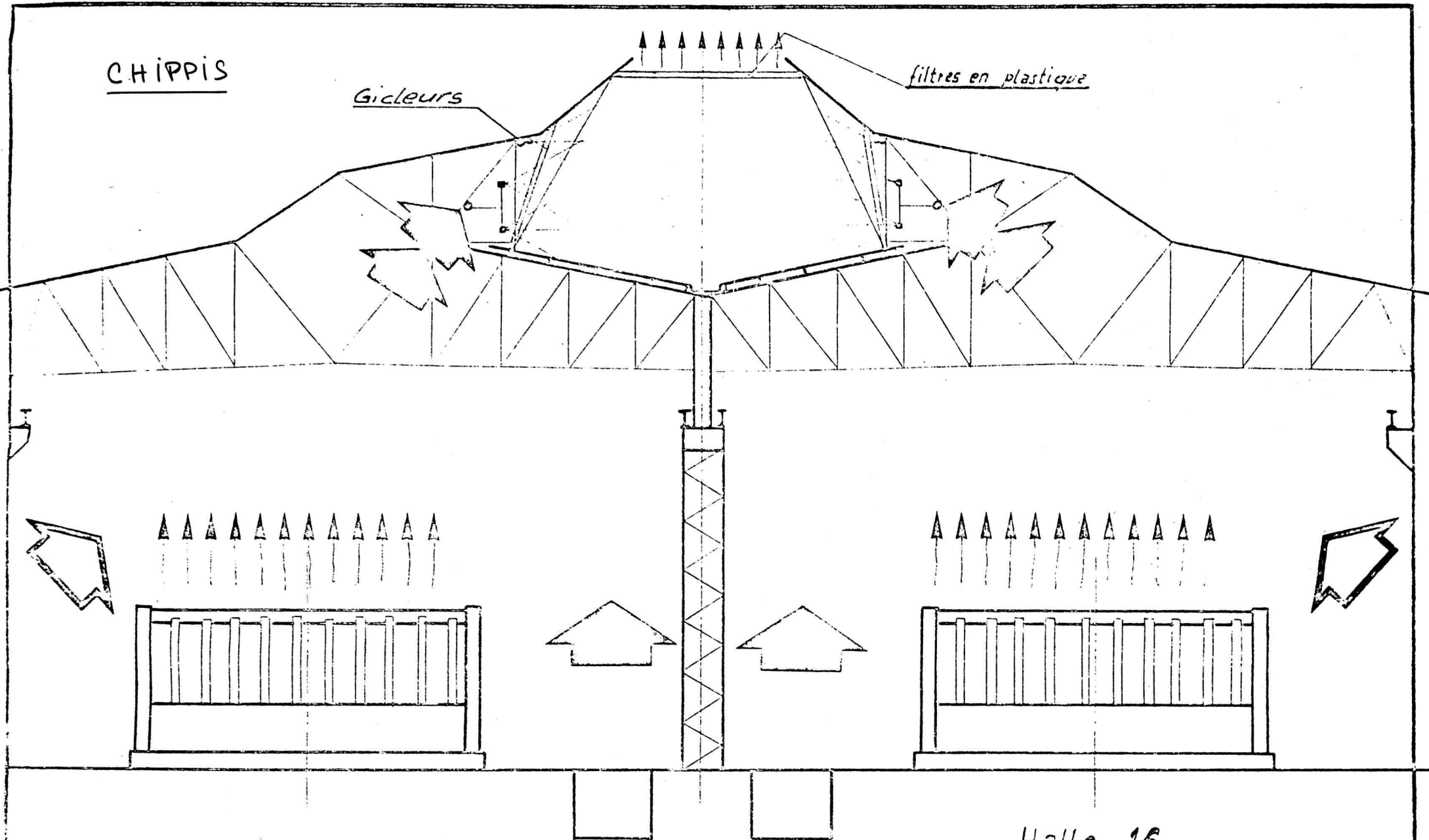
Gicleurs



CHIPPIS

Gicleurs

filtres en plastique



Ventilateurs

Halle 16

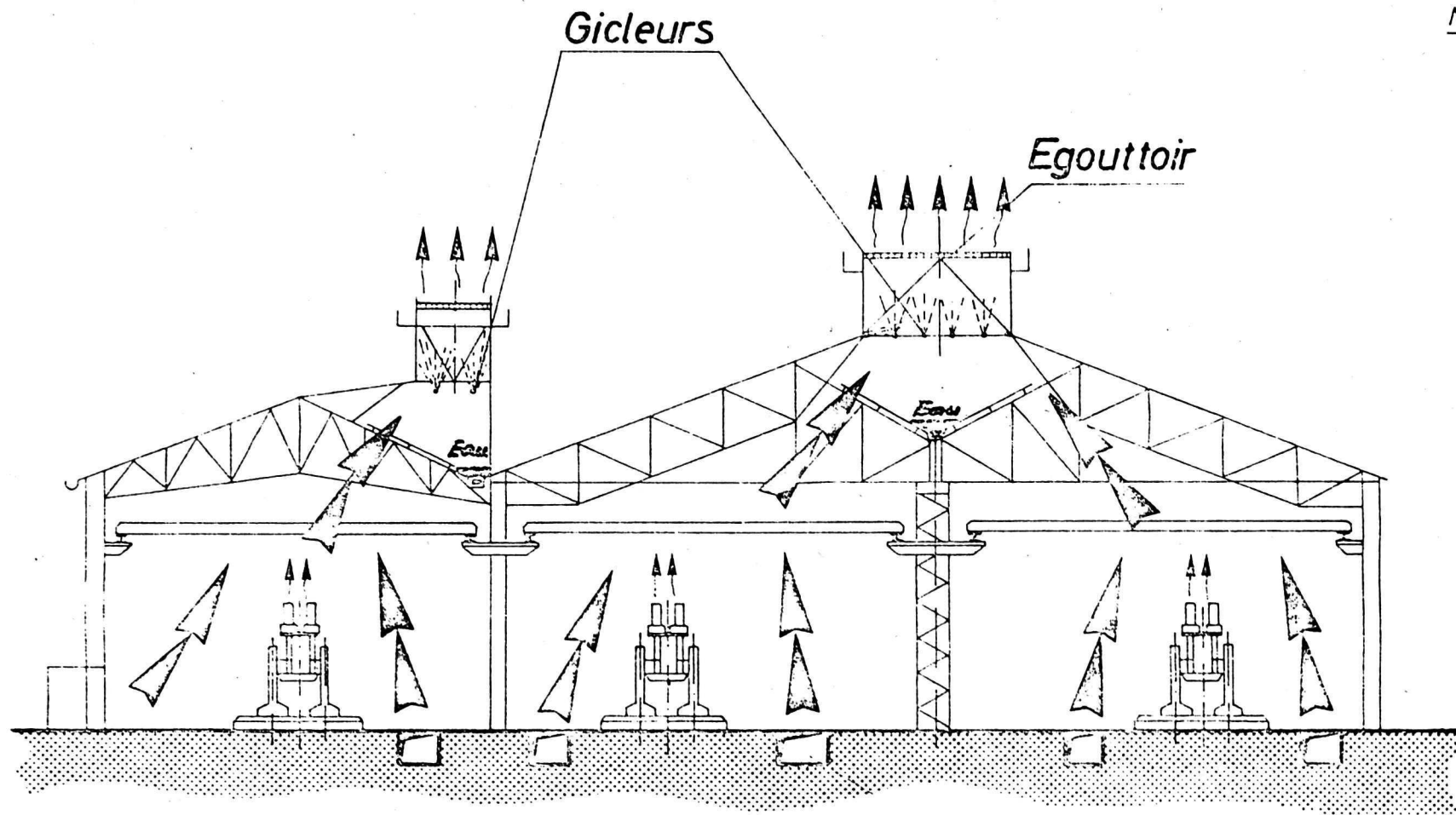
Ech: 1:100

10.4.59 924

CHIPPIS

Sud

Nord



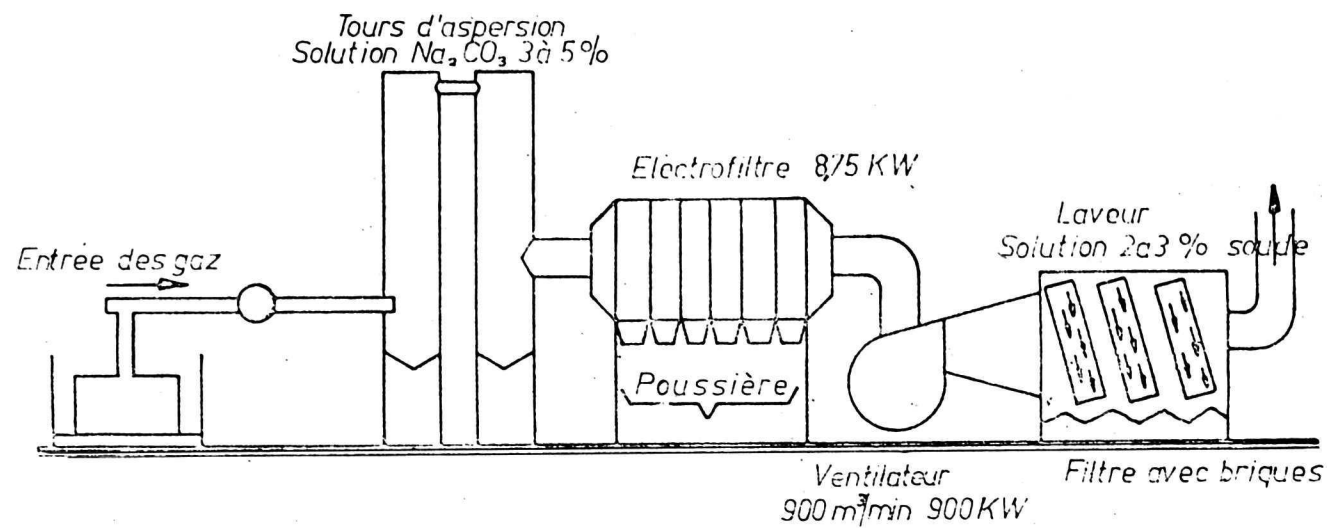
Coupe Halle 17

Ventilateur

Ech. 1:200

19.7.75
LQ.

CHIPPIS



EPURATION PRIMAIRE - CUVES SOEDERBERG (SV)

B I B L I O G R A P H I E

1. Air Industrie, Pechiney Air Industrie Process. Dry-Scrubbing of Fumes from Aluminium Reduction Pots, 1976.
2. Alcoa, Alcoa 398-process Application to Soederberg Cells, 1972.
3. Alcoa, Alcoa 398-process - Description.
4. Wickes, H.G. Jr., et Whitchurch, J.B., Alcoa, Fluorine Consumption Trends of the Aluminium Industry, 1972.
5. Altenpohl, D.G., Alusuisse SA, "Einige Kriterien für die Wahl von Hüttenstandorten", Aluminium, Düsseldorf, mars, 1976.
6. Aluminium, Düsseldorf, mai, 1976.
7. Aluminium Martigny SA, lettre à l'Administration Communale de Martigny, 21.8.74.
8. Aluminium Martigny SA, lettre à l'Administration Communale de Martigny, 19.9.63.
9. Aluminium Martigny SA, exposé devant la Commission Ouvrière, 31.5.68.
10. Aluminium Martigny SA, document remis à Mr Collombin, Juge Instructeur de Martigny, 9.2.76.
11. Alusuisse SA, Land- und Forstwirtschaftliche Erhebungen in der Umgebung der Aluminiumhütten Steg und Chippis, 1963 à 1974.
12. Alusuisse SA, lettre publiée dans Unibrèche, février 1973.
13. Alusuisse SA, Rapports Annuels.
14. Association de défense contre les émanations nocives des usines, requête à l'OFPE, décembre 1975.
15. Département de l'Intérieur, Canton du Valais, autorisation d'exploiter l'usine d'Aluminium SA à Martigny, 6.1.69.
16. Bloch, E.A., Alusuisse SA, "Les problèmes d'environnement de l'industrie de l'aluminium", Revue Suisse de l'Aluminium, janvier, 1976.

17. Cook, C.C., Swamy, G.R., Colpitts, J.W., "Operating experience with the Alcoa 398-process for fluoride recovery", Journal of Air Pollution Control Association, August 1971.
18. Département de l'Intérieur, Canton du Valais, procès verbal, séance relative aux dommages causés aux cultures par le fluor, séance 23.6.75.
19. Division Internationale du Travail, "Les tendances actuelles", vol. I.
20. Faes, H., Les dommages causés aux cultures par les usines d'électrochimie, Thèse, Lausanne, Payot, 1921.
21. Federal Register, U.S. EPA Air Programs, Performance Standards for new Stationary Sources - Primary Aluminum Industry, 1.26.1976.
22. National Academy of Sciences, Fluorides, Washington, 1971.
23. Frankenfeldt, R.F., Alusuisse, Trockenadsorption, Kurzfassung der Referates als beitrage zur diskussion mit dem Eidg. Amt für Umweltschutz, 13.3.75.
24. Institut International de l'Aluminium Primaire (IIAP/IPAI), Fluoride Emission Control Costs for new Aluminium Reduction Plants, April, 1975.
25. Institut International de l'Aluminium Primaire (IIAP), Survey of Legislation -Fluoride Emissions, 1973.
26. Keller, Th., Institut Fédéral de Recherches Forestières, Mémoires, "Phytotoxicité des émanations de fluor pour les plantes ligneuses", vol. 51, fascicule 2, 1975.
27. Keller, Th., IFRF, "On the Phytotoxicity of dust-like Fluoride Compounds", Staub Reinhaltung der Luft 33, no 10, 1973.
28. Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux (LFEM), Emissionen von Fluorverbindungen im Walliser Rhonetal in den Jahren 1965 bis 1974, août, 1975.
29. LFEM - LIA, Emissionen von Luftfremdstoffen der Aluminiumhütte Rheinfelden GmbH und Luftfremdstoff - Immissionen im Raume Rheinfelden / Unteres Fricktal, 2 Bänder, 1968.
30. Miller, J., Alcan, Environmental Conditions inside and outside a modern Aluminium Smelter at A/S Ardal og Sundal Verk (ASV), Norway, 1975.
31. National Zeitung, 25.2.76.

32. Nielsen K., Kielback A., Alcan, Recent Developments in dry-scrubbing Technique, 1972
33. OCDE, Direction de l'environnement, Special Meeting of Experts on Industrial Pollution Control Costs. Pollution Control of Primary Aluminium Reduction Facilities, ENV/PCC/76.2, 30.8.1976.
34. OCDE, Direction de l'environnement, Emission Control Costs in the Primary Aluminium Industry, PCC/AEU/ENV/75.3, 13.8.75.
35. OCDE, Direction de l'environnement, La pollution atmosphérique par les fluorures provenant de l'affinage primaire de l'aluminium, Paris, 1973
36. OFIAMT, Service Medical du Travail Suisse Romande, Recherche sur le risque d'intoxication aux fluorures et à l'SO₂ dans la halle d'électrolyse d'Aluminium Martigny SA, 1.12.1967.
37. OFPE, La protection de l'environnement en Suisse, janvier, 1975.
38. OFPE, Réponse à la requête de l'Association de défense contre les émanations nocives des usines (décembre 1975), 17.5.1976.
39. Office Vétérinaire Fédéral, Dr Nabholz, Directeur, Rapport à la Commune de Niedergesteln, "Fluorschäden", 19.8.1974.
40. Rouget A., Modifications radiologiques dans la fluorose industrielle, Thèse no. 3407, Genève, 1974.
41. Schweiz. Handels-Zeitung, Zürich, 19.2.1976.
42. Service Fédéral d'Hygiène publique, lettre, 9.4.1976.
43. Singmaster and Breyer, Air Pollution Control in the Primary Aluminum Industry, Vol. I + II, Contract no CPA 70-21, EPA, July 23, 1973.
44. Sutter, Ernst, CNA, "Fluorid messungen in Aluminiumhütten", Staub 33, 1973.
45. U.S. Department of Commerce, III Report in Compliance with Section 6 of Public Law 92-500, The Effects of Pollution Abatement on International Trade III, April, 1975.
46. U.S. Environmental Protection Agency, Development Document for Effluent Limitations Guidelines and new Sources Performance Standards for the Primary Aluminum Smelting, EPA 400/1-74-019-d, March, 1974.
47. U.S. EPA, Background Information for Standards of Performance, Primary Aluminum Industry, Vol. I : "Proposed Standards, October 1974; Vol. II : "Test Data Summary", October 1974; Vol. III :

"Supplemental Information", 450/2-74-020a, -020b, -020c,
January, 1976.

48. U.S. EPA, The World's Air Quality Management Standards, 650-9-75-001a, 001b, 1974.
49. Verein Deutscher Ingenieure UDI Richtlinien, UDI 2286, mars, 1974.
50. Aluminium, Düsseldorf, Aout 1976.
51. Financial Times, 20.10.1976.

Wednesday 25 August 2010 - 14:04:05

LECTEUR : bcv - collections spéciales
LIEU DE RETRAIT : MV SION
COTE : BCV PB 4039
DEPOT : VS MV SION PRATIFORI/Magasin 4
TITRE : Dossier fluor : propositions pour améliorer l'épuration du fluor aux usines de Martigny, Chippis et Steg /
DATE DE PUBL. : Martigny : Association de défense contre les émanations nocives des usines, 1976
CODE BARRE : 1010204552
No DE LECTEUR : 2010009999
ITEM CLASS : 10001-Prêt à 28 jours
LOCALISATION : VS WEB OPAC
TYPE DE COMMANDE : Demande de prêt standard

